

Antenas para Radioamadores e Faixa do Cidadão

Projetos Práticos e Instalação

SUMÁRIO

bibliografia e referências

A Antena G5RV – Varney, Louis - Antenna-Eletrônica Popular, vol. 89, nº. 1.

Um Sintonizador Para a Antena G5RV – Varney, Louis – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 90, nº. 5.

Antenas e Linhas de Transmissão Para Iniciantes – Santos, Hélio Nunes – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 94, nº. 4.

Quadra de Dois Elementos Para 15 Metros – Daebelliehn, John – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 89, nº. 4.

Antena "V" Inclinada – Assis, Flávio D. – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 92 , nº. 6.

Duas Antenas Num Único Coaxial – Melin, Hubert Frank – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 93, nº. 4.

Antena "Quadrafácil" Para os Dois Metros – Araújo, Miécio Ribeiro – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 97, nº. 5.

A Antena "Long-Wire" : Uma Solução Econômica – Thys, Ney – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 92, nº. 4.

As Verticais na Faixa do Cidadão – Mendes,José Américo – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 91, nºs. 5 e 6.

Duas Antenas Para Você – Mendes, José Américo – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 92, nº. 1.

Antena Invisível - Carneiro, Carlos – Eletrônica Popular, vol. 52, nº. 1.

Utilizando a Antena Invisível – Oliveira,Daniel L. de – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 89, nº. 2.

Antena Invisível Para 80 Metros – Oliveira,Daniel L.de,– Antenna-Eletrônica Popular, vol. 96, nº. 2.

Um Acoplador Para Antenas Unifilares "Longwire" –Machado, Francisco A.S. – Eletrônica Popular, vol. 52, nº. 1.

Antena "Loop Marconi" – Grimm,Ernst – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 91,nº.

Um Tripé "Busca-Satélites" – Antônio Maria – Antenna-Eletrônica-Popular,vol.97,n

Dipolo "Curto" Para 40 e 20 Metros – Gandra,Gilberto – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 90, nº. 1.

Algumas Dicas Sobre os Coaxiais – Mendes,José Américo – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 89, nº. 2.

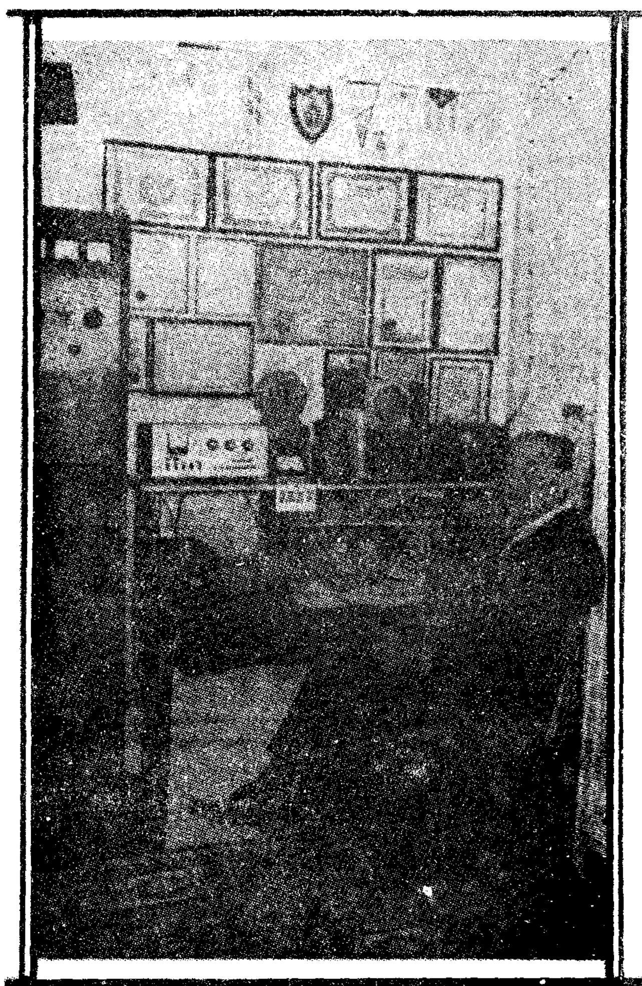
Instalando Torres de Amador – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 95, nº. 1.

Para Projetar Antenas e Linhas de Transmissão – Laimgruber,A.J. – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 94, nº. 1, 2, 3 e 4.

Antenas e Linhas de Transmissão em Disco – Laimgruber, A.J. – Antenna-Eletrônica Popular, vol. 96, nº. 5.

A Antena G5RV

Famosa no mundo inteiro, a G5RV é uma antena que apresenta bom desempenho em todas as faixas de amadores, em VHF de 160 a 10 metros, inclusive as autorizadas pela WARC-79, de 10, 18 e 24 MHz.



Na foto acima o idealizador da antena G5RV, Engº Louis Varney, em sua estação de radioamador.

A antena conhecida por "G5RV", indicativo de chamada de seu idealizador, é um dipolo multifaixas especificamente projetado em dimensões compatíveis com boa parte dos espaços disponíveis pelos amadores para instalação de antenas, permitindo operação eficaz nas faixas de 1,8 a 30 MHz, inclusive nas novas faixas de 10, 18 e 24 MHz. Não fazendo uso de "bobinas de corte" ("traps") ou peças de ferrita, como outras antenas multifaixas, o seu "dipolo" propriamente dito torna-se progressivamente maior eletricamente, conforme suba a freqüência de operação; este efeito lhe confere certas vantagens sobre um dipolo normal ou com "traps", porque o maior comprimento "elétrico" faz abaixarem-se os lóbulos do diagrama de irradiação vertical. Assim, de 7 MHz para cima, a maior parte da energia irradiada no plano vertical ocorre num ângulo favorável ao DX. Além disso, o diagrama de irradiação horizontal muda conforme cresça a freqüência: de um diagrama mais ou menos típico para o dipolo de meia-onda, tende àquele típico de uma antena tipo "long wire", em 14, 21 e 28 MHz.

Se bem que a adaptação de impedância entre a base da "seção casadora" e a linha de alimentação seja somente aproximada na maioria das faixas de operação, um casamento perfeito é realmente obtido em 14 MHz, freqüência central "de projeto" da antena. Nessa freqüência, o diagrama de irradiação é o de uma antena "long wire" de 3 meias-ondas, particularmente favorável ao DX em todas as direções, e que dá ainda um ganho estimado de 1 dB sobre um dipolo simples, nas direções dos quatro lóbulos principais.

As considerações até aqui apresentadas não se aplicam para o uso em 1,8 MHz, onde a antena funciona como uma Marconi ou "T", com a maior parte da irradiação sendo realizada pelas partes verticais ou quase verticais do sistema, e onde o dipolo horizontal age mais como uma "carga de topo" capacitiva. Entretanto, com os extremos da linha de alimentação junto ao transmissor unidos, e com o sistema sintonizado para a ressonância contra "terra" através de um bem dimensionado circuito série — indutor e capacitor — e uma boa ligação à terra, pode ser obtida uma irradiação eficaz, mesmo se o topo da antena não estiver muito acima de uns 8 metros da terra.

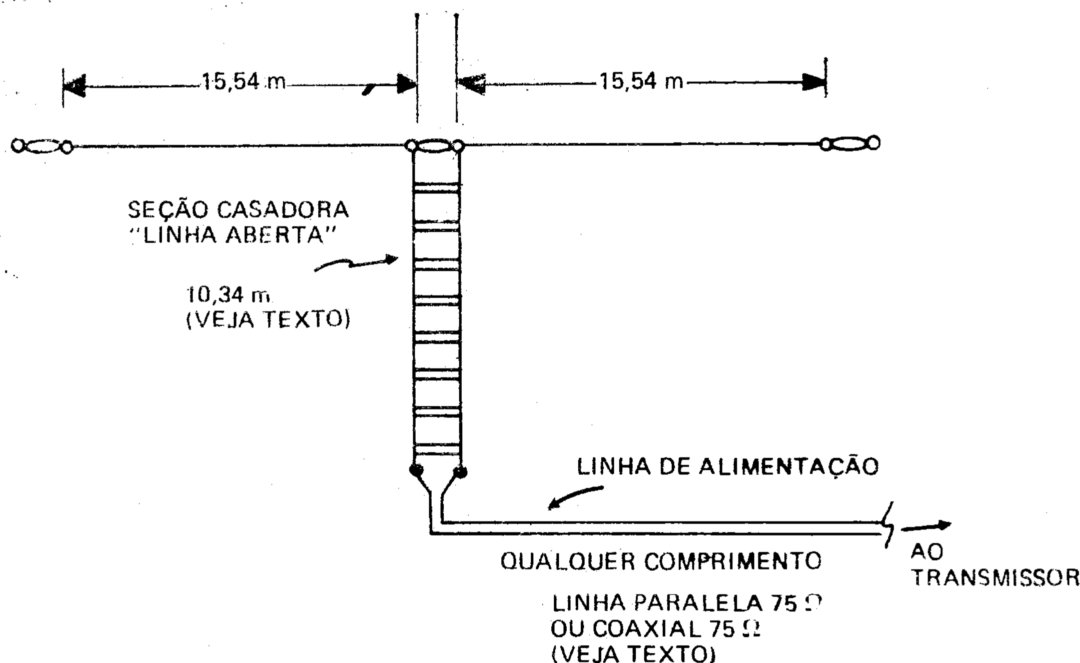


FIG. 1 — Dimensões da Antena G5RV. O comprimento da linha de alimentação não é crítico, mas é preferível que não ultrapasse 30 m.

CONSTRUÇÃO DA ANTENA

As dimensões da antena estão mostradas na Fig. 1. Note-se que se a altura disponível não permite manter os quase 10 m da "seção casadora" na vertical, pode-se curvar convenientemente a parte inferior desta, evitando porém dobras bruscas ou ângulos agudos. A "falta" de altura não deve preocupar; G5RV utilizou sua antena por muitos anos a uma altura de somente 8 m, com excelentes resultados em todas as faixas.

A parte horizontal da antena é feita com fio de cobre, sendo recomendado fio de 1,63 mm de diâmetro (14 AWG). Se não houver espaço suficiente para os quase 32 m de ponta a ponta (isoladores incluídos), os extremos podem ser dobrados para baixo, até um máximo de 3 m em cada lado, reduzindo-se assim o espaço total necessário a cerca de 26 m.

SEÇÃO CASADORA

Especial atenção requer a "seção casadora". Já há no mercado brasileiro linhas abertas pré-fabricadas, com condutores de alumínio e espaçadores plásticos de baixa perda, com 300 Ω de impedância característica, que seriam ideais para a seção casadora. Entretanto, a impedância não é crítica e a confecção "caseira" de uma linha aberta é uma boa opção. Detalhes construtivos da linha "caseira" são dados no Quadro 1.

Ainda que a linha aberta seja preferível devido às baixas perdas, principalmente em 18, 21, 24 e 28 MHz, uma alternativa seria utilizar-se a popular "fita de descida de TV" (linha paralela de 300 Ω). Nesse caso, será preciso levar em conta o "fator de velocidade" deste tipo de alimentador, resultando num comprimento menor: a seção casadora terá 8,7 m no lugar dos 10,34 m da linha aberta.

O comprimento da seção casadora foi calculado para que ela opere como um transformador de impedância de meia-onda em 14 MHz, a freqüência central de projeto da G5RV, resultando numa boa adaptação de impedância para a linha de alimentação de 75 a 100 Ω conectada a seu extremo inferior.

LINHA DE ALIMENTAÇÃO

Na maioria dos casos a seção casadora não alcançará o "shack" diretamente, sendo necessária uma linha de alimentação de comprimento conveniente desde o transmissor até a base daquela. Conforme já mencionado anteriormente, a impedância na freqüência de projeto situa-se por volta de 75 Ω, sugerindo o uso de cabo coaxial dessa impedância para a citada interligação. Entretanto, para as outras freqüências de operação o descasamento de impedâncias produzirá correntes circulando na malha do cabo coaxial, o que provocará, em conseqüência, irradiação indesejável.

A solução então adotada por G5RV foi o emprego de fita paralela de 75 Ω, lastimavelmente não disponível com facilidade no Brasil. Ainda assim, na prática, operação satisfatória poderá ser alcançada empregando-se cabo coaxial de 75 Ω como linha de alimentação, mesmo que a r.o.e. alcance 5:1 ou pouco mais em 3,5 MHz. Nas demais faixas, a r.o.e. situar-se-á entre 5:1 e 1,5:1. Ao contrário da crença geral, G5RV afirma que uma r.o.e.

QUADRO I

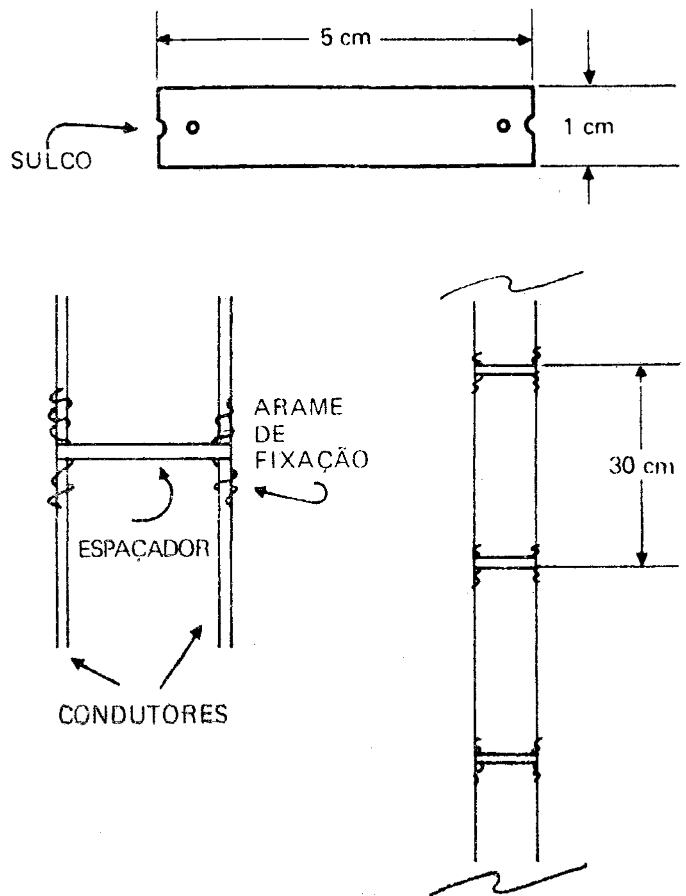
CONFECÇÃO DA "LINHA ABERTA"

A linha aberta é constituída por dois condutores paralelos, afastados um do outro de uma distância uniforme, mediante o uso de espaçadores (isolantes) colocados a intervalos convenientes. Tal linha de transmissão é considerada como de "isolamento a ar". Na prática, o afastamento entre condutores pode ir de 5 a 15 cm.

A linha aberta para a G5RV pode ser confeccionada com fios rígidos de 1,63 mm de diâmetro (14 AWG) ou 1,29 mm (16 AWG), sendo este último suficiente, e resultando em peso menor exercido no centro do dipolo. O afastamento, que não é crítico, será de 5 cm. Os espaçadores são feitos de qualquer material isolante, sendo "plexiglass" o ideal; deve-se evitar materiais que sejam higroscópicos, isto e, que absorvam umidade, comprometendo o desempenho da linha.

A partir de uma chapa de "plexiglass" de 3 ou 4 mm de espessura, corte ou "serre" os espaçadores, que parecerão pequenas réguas medindo 5 x 1 cm. Faça pequenos sulcos nos extremos para acomodar os condutores da linha, e furos para passar pedaços de fio rígido ou arame para amarrá-los.

Antes de iniciar a montagem dos espaçadores, estique bem os fios condutores, eliminando eventuais dobras. Para a linha de 10,34 m são necessários 35 espaçadores, sendo o intervalo entre eles de 30 cm. Junte sua paciência e... mãos à obra!



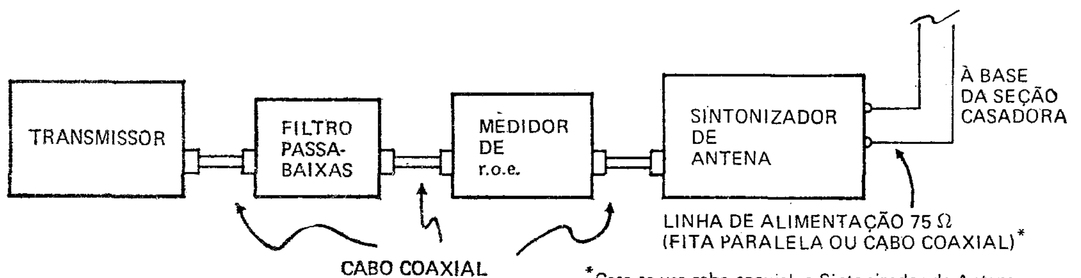


FIG. 2 — Ligação do transmissor à linha de alimentação, através de um sintonizador de antena. Os cabos coaxiais que interligam o filtro P.B., o medidor de r.o.e. e o sintonizador de antena devem ser de impedância recomendada para essa interligação (50 ou 75 Ω).

de 5:1 em trechos de cabo coaxial de até 30 m, nas freqüências aqui consideradas, não resulta em grandes perdas de potência. É claro que isso não significa que não seja melhor tentar manter os valores de r.o.e. os mais baixos possível, principalmente quando se fizer uso de filtros contra TVI (passa-baixas). É principalmente por essa razão que G5RV recomenda o uso de um pedaço de coaxial de 80 Ω (ou 50/75 Ω para nós) entre o transmissor e um sintonizador de antena, e então fita paralela de 75 Ω (ou novamente coaxial de 75 Ω) até a base da seção casadora.

Nesse arranjo, pode-se incluir um filtro passa-baixas e um medidor de r.o.e. no primeiro trecho de cabo coaxial, permitindo obter-se uma adaptação perfeita, ou quase, para o transmissor e filtro em todas as faixas (Fig. 2).

FAIXA MHz	L2 Nº ESPIRAS	ESPAÇAMENTO ENTRE ESPIRAS – mm	DIÂMETRO INTERNO mm	FIO (A.W.G.)	L1 (Veja texto) Nº ESPIRAS
3,5	17 + 17	–	63	14	4/5
7,0 10,0	9 + 9	–	63	14	3
14,0 18,0	5 + 5	2,5	57	10	2
21,0, 24,0 e 28,0	4 + 4	6,0	44	10	1

TABELA I — Dados construtivos de L1 e L2 do Sintonizador de Antena (Fig. 3).

G5RV enfatiza que baluns NÃO DEVEM SER EMPREGADOS na interligação entre o coaxial e a seção casadora, devido às reatâncias complexas presentes nesse ponto, exceto na freqüência de 14 MHz.

Como alternativa para o uso de seção casadora/linha de alimentação, G5RV recomenda a utilização de um lance único de linha aberta de qualquer impedância compreendida entre 300 e 600 ohms, com 25,30 m de comprimento, desde o ponto de alimentação no centro do dipolo horizontal, até os terminais do sintonizador de antena (descrito mais adiante). Este arranjo permitiria a "sintonia paralela" do sintonizador de antena em todas as faixas (exceto 1,8 MHz) com perdas muito baixas. Naturalmente, para 1,8 MHz, será necessário montar-se a antena a uma altura bem maior, para permitir que a maior parte da linha aberta se mantenha na vertical, ou quase.

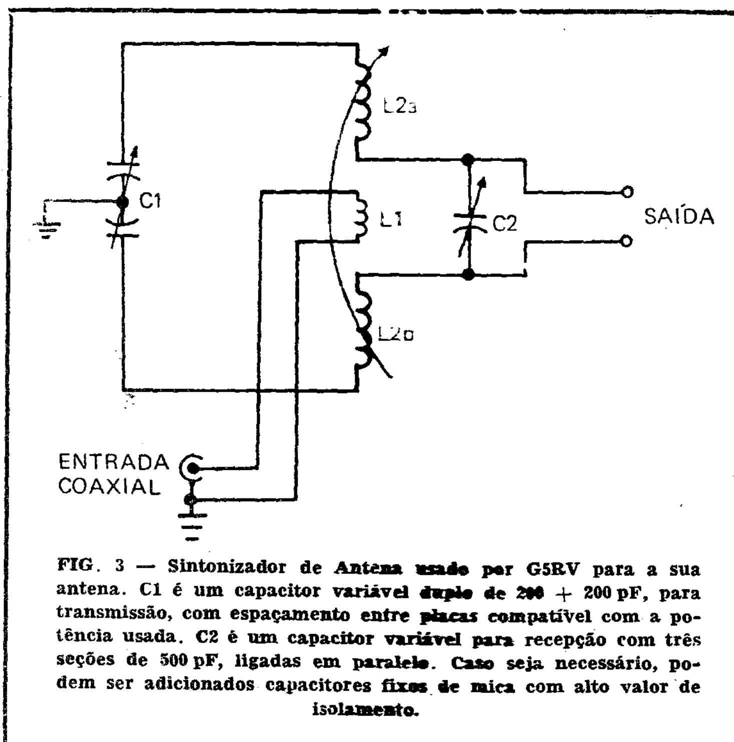


FIG. 3 — Sintonizador de Antena usado por G5RV para a sua antena. C1 é um capacitor variável duplo de 200 + 200 pF, para transmissão, com espaçamento entre placas compatível com a potência usada. C2 é um capacitor variável para recepção com três seções de 500 pF, ligadas em paralelo. Caso seja necessário, podem ser adicionados capacitores fixos de mica com alto valor de isolamento.

SINTONIZADOR DE ANTENA

O uso de um Sintonizador de Antena (S.A.) é altamente indicado, pelas razões já expostas acima. Mais do que isto, se o transmissor for do tipo moderno, transistorizado, de faixa larga, onde não há sintonia alguma a fazer e circuitos de proteção reduzem automaticamente a potência de saída na presença de alta r.o.e., o emprego de um S.A. é imperativo.

Ainda que em termos operacionais o S.A. tenha a desvantagem de introduzir novos controles a serem manejados ("sintonia" e "carga"), as vantagens são consideráveis, além do que esses controles podem ser calibrados fácil e rapidamente (uma vez levantados os "pontos" ideais de ajuste para cada faixa) antes de se iniciar a operação em uma determinada faixa. As vantagens do uso do S.A. são:

- Desempenho ótimo da antena G5RV em todas as faixas.
- Até 20 dB adicionais de supressão de harmônicos do transmissor que passam para a antena.
- Pré-seleção extra dos sinais de recepção, propiciando proteção adicional aos circuitos de entrada do receptor quanto a sobrecarga por sinais fortes e efeitos de modulação cruzada.
- Uso da potência total disponível na saída dos transmissores modernos, que têm proteção contra alta r.o.e.
- Há vários tipos de S.A. que podem ser montados ou adquiridos de fábrica. O que G5RV utilizou por muitos anos, e que é extremamente flexível eletricamente, ao mesmo tempo em que não requer derivações ou "taps" nas bobinas para a carga "ideal" da antena, está mostrado na Fig. 3. C1 ("sintonia") e C2

("carga") são ajustados para a ressonância, observando-se a mínima potência refletida no medidor de r.o.e. conectado entre o transmissor e o S.A. Nesse tipo de S.A., as bobinas L1 e L2 podem ser do tipo de encaixe ("plug-in"), havendo um conjunto para uma ou mais faixas de operação. A bobina L1 ("link"), em cada faixa, deve ter seu número de espiras ajustado por tentativas até obter-se r.o.e. de 1:1 ou bem próximo disto. A Tabela I fornece o número provável de espiras finais, bem como os outros dados construtivos das bobinas.

Caso L1 seja do tipo "basculante", em que permanece sempre a mesma para todas as faixas e pode ser movida desde o painel frontal do S.A., ela deverá ter 3 espiras de fio com 1,63 mm de diâmetro (14 AWG), sem espaçamento; o diâmetro interno será de 44 mm, e o espaçamento entre L2a e L2b deverá ser o suficiente para permitir a introdução do "link" L1 móvel entre as duas seções. O ajuste do S.A. será iniciado com L1 totalmente introduzida em L2 (acoplamento máximo) para as faixas 3, 5 e 7 MHz e introduzida aproximadamente até a metade para 10, 14, 18, 24 e 28 MHz. Após a obtenção da mínima r.o.e. através de C1 e C2, o acoplamento de L1 e L2 é reduzido, permitindo obter-se r.o.e. de 1:1 em todas as faixas.

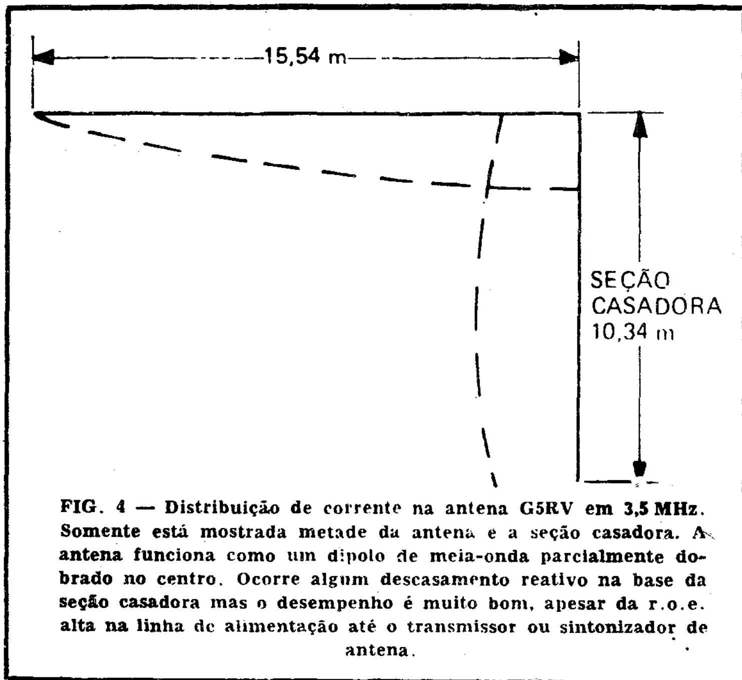


FIG. 4 — Distribuição de corrente na antena G5RV em 3,5 MHz. Somente está mostrada metade da antena e a seção casadora. A antena funciona como um dipolo de meia-onda parcialmente dobrado no centro. Ocorre algum descasamento reativo na base da seção casadora mas o desempenho é muito bom, apesar da r.o.e. alta na linha de alimentação até o transmissor ou sintonizador de antena.

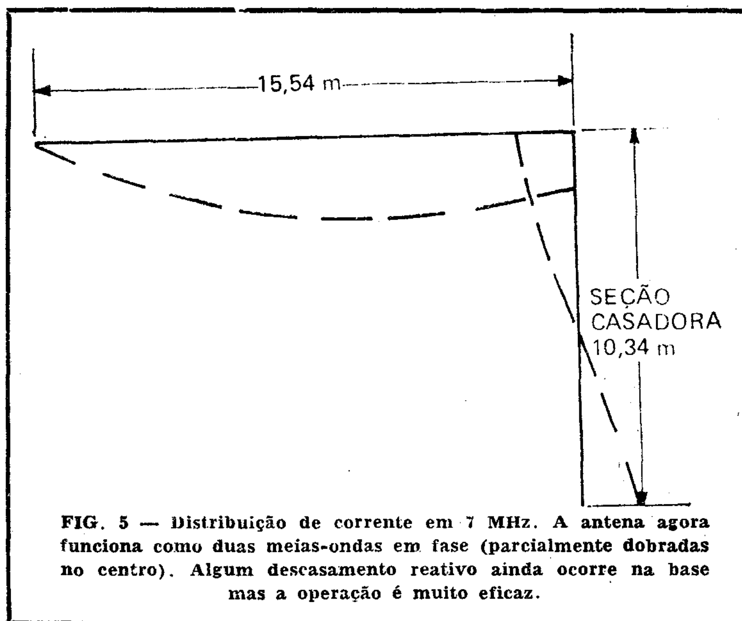


FIG. 5 — Distribuição de corrente em 7 MHz. A antena agora funciona como duas meias-ondas em fase (parcialmente dobradas no centro). Algum descasamento reativo ainda ocorre na base mas a operação é muito eficaz.

TEORIA DE OPERAÇÃO

O princípio geral de funcionamento da antena já foi dado na introdução. A seguir, é mostrada a teoria de operação em cada faixa, de 3,5 a 28 MHz.

3,5 MHz

Nesta faixa, as duas metades do trecho horizontal, mais uns 5 m de cada "perna" da seção casadora, formam um dipolo "encurtado" ou levemente "dobrado". O restante da seção casadora age como uma reatância indesejável, mas inevitável, conectada entre o centro do dipolo e a linha de alimentação. O diagrama polar é semelhante ao de um dipolo normal (Fig. 4).

7 MHz

Um arranjo similar existe nesta freqüência, somente que agora o "topo" e os 5 m da seção casadora funcionam como uma antena parcialmente dobrada com duas meias-ondas em fase, resultando num diagrama polar um pouco mais "agudo" do que o de um dipolo convencional e ângulos menores na irradiação no plano vertical. Novamente aqui o casamento na base é influenciado pela reatância da parte inferior da seção casadora, mas mesmo assim o sistema "carrega" bem (Fig. 5).

10 MHz

Na faixa de 10 MHz a antena funciona como duas meias-ondas em fase, sendo muito eficaz (Fig. 6)

14 MHz

Nesta freqüência as condições são ideais. O "topo" forma uma antena "long-wire" de três meias-ondas e alimentação cen-

tral, possuindo seis lóbulos de irradiação, visto em plano horizontal, quatro maiores e dois menores. Como a impedância no centro de uma tal antena, situada a uns 10 m de altura sobre terra, é de 90 a 100 Ω e a seção casadora age como um transformador de impedâncias 1:1, a adaptação para uma linha de alimentação de 80 ou mesmo 75 Ω é bastante aceitável. A maior parte da irradiação no plano vertical ocorre a um ângulo de aproximadamente 14°, o que é muito eficaz para contatos DX (Fig. 7)

18 MHz

A antena funciona como duas ondas completas alimentadas em fase, sendo o seu diagrama de irradiação mais "agudo" e eficaz do que o de um dipolo convencional, devido aos seus ângulos menores na irradiação no plano vertical (Fig. 8).

21 MHz

Aqui a antena age como uma "long-wire" de cinco meias-ondas, dando como resultado um diagrama polar muito eficiente e baixos ângulos de irradiação. Ainda que descasamentos ocorram na base da secão casadora, o sistema "carrega" bem e opera satisfatoriamente (Fig. 9).

24 MHz

Na faixa de 24 MHz, a antena funciona como uma "long-wire" de 5/2λ, uma forma muito eficaz para contatos DX (Fig. 10).

28 MHz

Nesta faixa, a antena funciona como duas "long-wire" de três meias-ondas cada, alimentadas "em fase". O diagrama polar é similar àquele de uma "long-wire" de três meias-ondas típica, mas com lóbulos mais agudos e baixos ângulos de irradiação, o ideal para se trabalhar DX. Novamente o descasamento na base é considerável, mas, na prática, a antena carrega e trabalha bem (Fig. 11).

A VERSÃO MINI...

G5RV recebeu muitas solicitações de informações sobre o uso da antena em espaços muito restritos, numa versão "metade do tamanho".

Sim, é praticamente possível reduzir-se para exatamente a metade todas as medidas dadas (inclusive a seção casadora), resultando numa antena multifaixas de

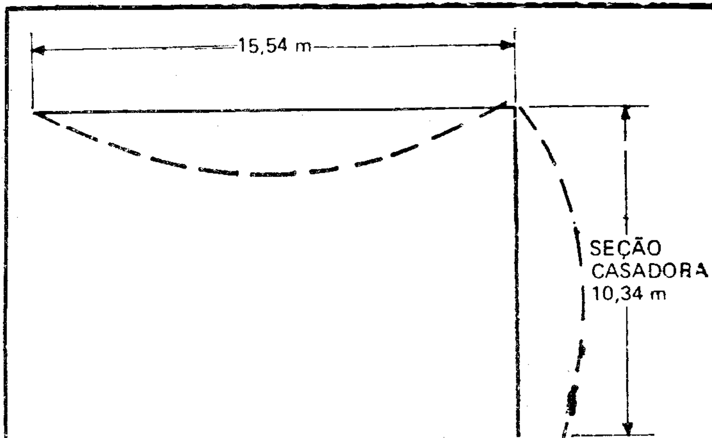


FIG. 6 — Distribuição de corrente em 10 MHz. A antena funciona como duas meias-ondas em fase, sendo o seu diagrama polar igual ao da antena em 7 MHz.

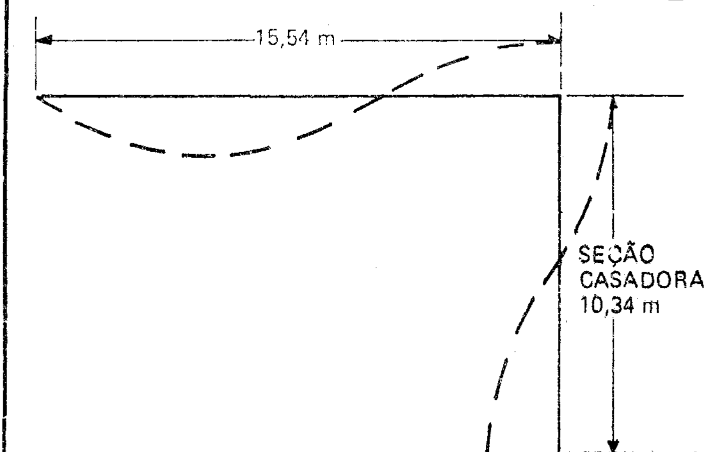


FIG. 7 — Distribuição de corrente em 14 MHz. Neste caso, a antena funciona como uma "long-wire" de três meias-ondas. A impedância central de 90 Ω é transferida à base da seção casadora (transformador 1:1), resultando em boa adaptação tanto para cabo coaxial de 75/80 Ω como para linha paralela de 75 Ω.

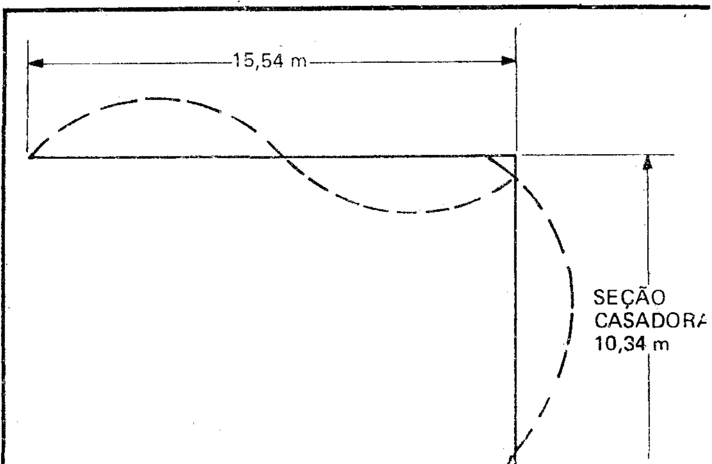


FIG. 8 — Distribuição de corrente em 18 MHz. Nesta faixa, a antena funciona como duas ondas alimentadas em fase.

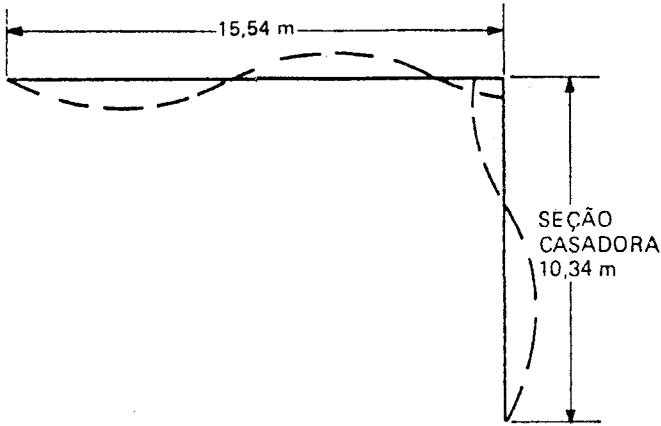


FIG. 9 — Distribuição de corrente em 21 MHz. A antena funciona como uma "long-wire" de cinco meias-ondas. O descasamento na base resulta em alta r.o.e., tanto para coaxial como para linha paralela de 75 Ω, mas a operação permanece eficaz.

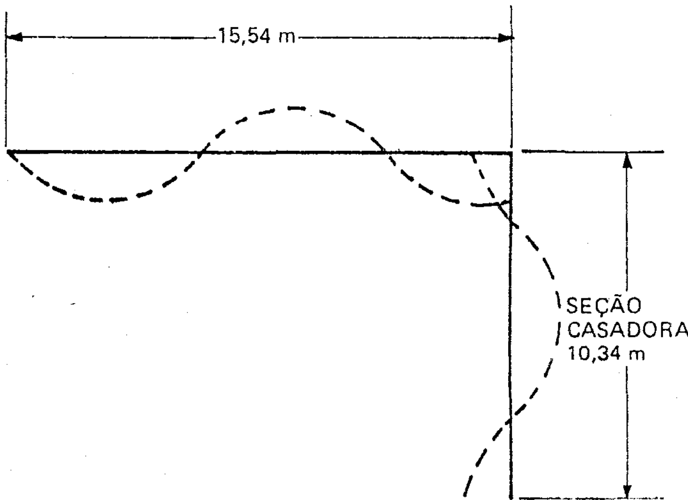


FIG. 10 — Distribuição de corrente em 24 MHz. A antena funciona como uma "long-wire", de cinco meias-ondas, uma forma muito eficaz para contatos DX.

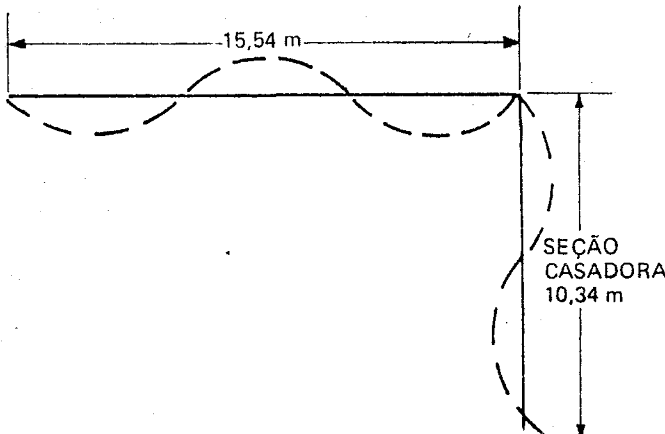


FIG. 11 — Distribuição de corrente em 28 MHz. Tem-se agora, na verdade, duas antenas "long-wire" de três meias-ondas alimentadas em fase. Novamente o descasamento na base produz alta r.o.e., mas permanecem boas as condições de operação, especialmente se for usado um sintonizador de antena.

40 a 10 m. Entretanto, o desempenho ótimo e a correta adaptação de impedâncias ocorrerá em 28 MHz, onde as condições de operação serão semelhantes às da versão original em 14 MHz.

COMENTÁRIOS FINAIS

Os parágrafos precedentes apresentaram dados teóricos relativos à antena G5RV. Para maiores esclarecimentos quanto aos "diagramas polares" por diversas vezes mencionados, o leitor poderá referir-se às publicações "Bíblias" do radioamadorismo: "The Radio Amateur's Handbook", da ARRL, ou os "ARRL Antenna Handbook" e "CQ Antenna Handbook".

UM SINTONIZADOR PAR A ANTENA G5RV

Se a sua antena G5RV for alimentada com cabo coaxial, em vez de fita paralela, este será o sintonizador apropriado.

No artigo anterior desta coletânea foi divulgada, em excelente tradução de Ney Thys, PY1DWN, a antena multifaixas G5RV. Tendo em vista que estou informado ser difícil, no Brasil, a obtenção de fita paralela de 75 Ω e que; por conseguinte, a maioria dos PY terá que utilizar, para interconexão entre o TX e a seção casadora (linha aberta de 300 Ω), um cabo coaxial do tipo designado 50/75 Ω, apresento um Sintonizador de Antena com rede em "T" adequado para tal.

do extremo superior da bobina, nos seguir tos: 3,5 MHz – 22 espiras (bobina 7 e 10 MHz – 8 espiras; 14 MHz – 5 espi 21 MHz – 4 espiras; 24 e 28 MHz – 3 espi
CH1 – Chave seletora rotativa de 1 pólo, ções; de preferência do tipo cerâmico.
J1, J2 – Conectores coaxiais.

O máximo comprimento recomendável coaxial será de uns 25 metros. Poderá ser rio variar as derivações da bobina dentro

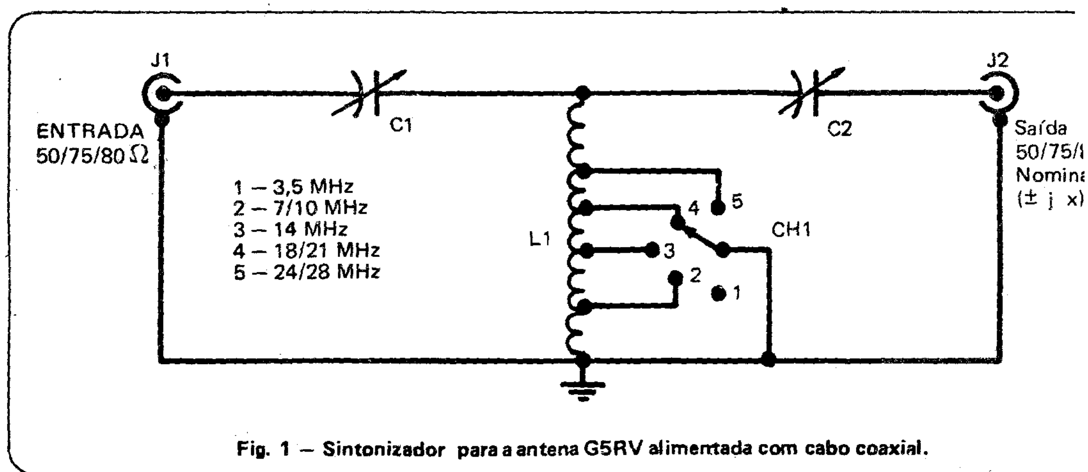


Fig. 1 – Sintonizador para a antena G5RV alimentada com cabo coaxial.

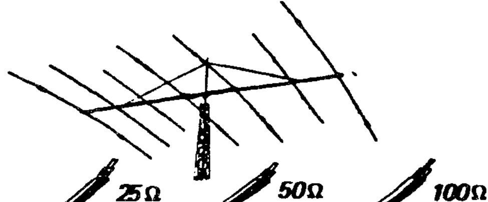
O esquema ilustra todos os elementos do S.A. (Sintonizador de Antena). Os valores dos componentes são os seguintes:

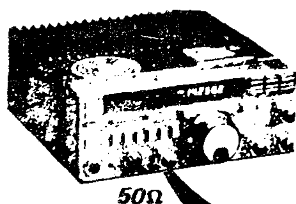
C1, C2 – Capacitores variáveis de 160 ou 200 pF. Para potências de saída de até 100 W poderão ser utilizados capacitores variáveis para recepção.

L1 – Bobina com vinte e duas espiras de fio esmaltado 16 AWG (aprox. 1,5 mm de diâmetro), unidas, sobre tubo isolante (para R.F.) com 40 mm de diâmetro. As derivações serão feitas, a contar

ou menos uma espira, para compensar even efeito da caixa metálica do sintonizador ou co ções reais da carga da antena.

Este S.A. serve para todas as faixas, desde até 28 MHz, inclusive as novas, autorizadas WARC-79. O método de ajuste será, basicame o descrito à página 8 desta Coletânea, c exclusão dos informes sobre o acoplamento ind vo variável ali utilizado.





Antenas e Linhas de Transmissão para Iniciantes

Você se ilude pensando ser possível, em um sistema de antena, "tirar a estacionária" mediante ajustes no comprimento do cabo coaxial? E sabe por que é recomendável, durante o ajuste de antenas, usar cabo cujo comprimento seja um múltiplo par de um quarto de onda? Este artigo explica, em linguagem acessível, estas e outras questões.

As antenas e respectivas linhas de transmissão (também chamadas "linhas de descida", que nada mais são do que os fios que levam o sinal do transmissor até a antena) sempre foram temas preferidos pelos radioamadores para experiências. Um favoritismo que tornou-se ainda maior com o surgimento do SSB e a crescente sofisticação dos equipamentos, que os transformou em verdadeiras "caixas pretas", cujo interior só é acessível a um pequeno número de privilegiados (em conhecimentos e instrumental).

Muito já se falou sobre o assunto, tendo **AN-EP** publicado excelentes artigos, de ótimos autores. Faltava, porém, algo mais elementar, destinado àqueles Radioamadores ou PX que estão começando a se dedicar a experimentações sem os conhecimentos mínimos necessários e que, por isso, acabam se baseando em "dicas" espalhadas pelas faixas, nem sempre fundamentadas em conceitos sérios, o que os leva, após muitas horas de trabalho, a chegar a conclusão nenhuma, desmotivando-os quanto à experimentação, o que é lamentável numa época em que tantas queixas se ouve com relação à falta de experimentadores. Daí a razão deste artigo.

Todo mundo já ouviu dizer que o máximo rendimento de uma estação só pode ser conseguido quando há o melhor "casamento" possível entre o transmissor e a antena. E muita gente pensa que para se obter esse casamento é imprescindível utilizar uma linha de transmissão (normalmente de cabo coaxial) com um comprimento preestabelecido.

A coisa não é exatamente assim, e para você entender basta nos acompanhar em alguns poucos cálculos (nada que qualquer calculadora de bolso não resolva):

A LINHA DE UM QUARTO DE ONDA FUNCIONA COMO UM "TRANSFORMADOR DE IMPEDÂNCIAS"

Toda linha de transmissão cujo comprimento seja igual a 1/4 do comprimento da onda correspondente à freqüência de transmissão, funciona como "transformador de impedâncias", ou seja, "transforma" a impedância ligada à sua "entrada" numa outra impedância, na sua saída. O que pode ser calculado pela seguinte e facílima fórmula:

$$Zx = \frac{Z\ell^2}{Za} \qquad (1)$$

onde:
$Z\ell$ é a impedância nominal da linha de transmissão
Za a impedância ligada numa de suas extremidades
Zx a impedância que irá "aparecer" na outra extremidade.

Veja como a aplicação da fórmula é simples: digamos que sua antena esteja com 100 ohms de impedância, e você utilize como linha de transmissão um pedaço de cabo coaxial cuja impedância nominal seja de 50 ohms. Assim, $Z\ell = 50$ e $Za = 100$, dando:

$$Zx = \frac{50^2}{100} = \frac{2.500}{100} = 25 \text{ ohms}$$

A impedância apresentada na outra extremidade do cabo coaxial, aquela a ser ligada ao transmissor, será, pois, de 25 ohms.

Vejamos agora como funciona a "mágica" muito difundida que consiste em fazer o "casamento" acertando o comprimento do cabo coaxial.

Como se verifica, ao ligar-se, a um extremo de cabo coaxial de 50 ohms de impedância característica e 1/4 de onda de comprimento, uma impedância de 100 ohms, você terá no outro extremo, 25 ohms. A impedância vai, portanto, subindo de 25 até 100 ohms de uma ponta à outra do cabo. Isso significa que, cortando o coaxial de pouquinho em

SÃO DOIS OS "CASAMENTOS" EM UM SISTEMA DE ANTENA: O COMPRIMENTO DO CABO SÓ "CELEBRA" UM DELES

pouquinho, a impedância irá aumentando até chegar, no último pedacinho, aos 100 ohms da própria antena. Pois bem, para ir de 25 até 100, você terá de passar obrigatoriamente por 50. (N.R. 1). Ou seja, cortando pedacinho por pedacinho, haverá um ponto em que a extremidade do coaxial irá apresentar 50 ohms, que é a impedância exigida pela maioria dos transmissores atuais. Deixando o cabo com esse comprimento e ligando entre ele e o transmissor um medidor de r.o.e. irá encontrar 1:1.

Cumpre lembrar neste ponto, que há para considerar, na verdade, **dois** casamentos: o da antena com o cabo coaxial e o deste com o transmissor. Com o método descrito, você conseguirá um casamento com o transmissor, mas, lá em cima, continuará existindo um descasamento, uma vez que o coaxial tem 50 ohms e a antena 100. No caso deste exemplo, fazendo este tipo de ajuste, você até ficaria contente com o resultado. Mas somente porque o descasamento antena/coaxial é pequeno, proporcionando uma r.o.e. de 2:1 que não afeta quase nada o rendimento.

Se, entretanto, sua antena apresentasse 350 ohms de impedância, a coisa já seria diferente: aplicando a fórmula, teríamos 2.500/350 = 7,14 ohms na "ponta de baixo". Diminuindo o comprimento do cabo, você também irá encontrar o "ponto dos 50 ohms" que lhe dará 1:1 de r.o.e. junto ao transmissor. Todavia, a r.o.e. "lá em cima" estará nos 7:1 provocando enorme perda no sinal, deixando os que desconhecem os "segredos" já mencionados perante um grande enigma: "— como é que consegui 1:1 e ninguém me copia?"

Esse sistema de prover o casamento "transmissor/linha de transmissão" mediante o ajuste do comprimento desta última tem outro inconveniente: muitas vezes o comprimento encontrado não combina com a distância entre antena e transmissor, obrigando à utilização de cabos com comprimentos bem maiores que o necessário, especialmente nas faixas mais baixas, onde 1/8 de onda a mais representam 5 ou 10 metros de cabo inútil com aumento do custo e, sobretudo, das perdas. Resulta muito mais fácil e prático, então, em lugar de ficar "acertando" o comprimento do cabo, intercalar entre ele e o transmissor um "Acoplador de antena", que é da mesma forma um "transformador de impedâncias" e produzirá efeito idêntico, embora também não corrija o descasamento antena/coaxial.

É bom frisar que, se existem dois pontos a casar, temos também duas r.o.e.: um junto à antena, outra junto ao transmissor. Desta forma, fazer o casamento "em baixo" sempre é válido, pois servirá para diminuir as perdas totais. Além disso, a correção da r.o.e. junto ao transmissor apresenta ainda outra vantagem: todos os transmissores são projetados para suportar um determinado limite de descasamento. Ultrapassado esse limite ou queimam-se os semicondutores da etapa de saída ou, se o equipamento for dotado de sistema de proteção automático, ele entrará em ação, reduzindo a potência do transmisor, o que, em ambos os casos, deve ser evitado.

NO "CASAMENTO PERFEITO" O CABO COAXIAL PODERÁ TER QUALQUER COMPRIMENTO

Agora, passamos à questão, muito comentada por aí: qual o comprimento ideal do cabo quando o casamento é perfeito? Usemos a fórmula já apresentada, considerando uma antena com 50 ohms, um cabo coaxial de 1/4 de onda, também de 50 ohms e um transmissor que pede idêntica impedância. Temos: 2.500/50 = 50 ohms! Ou seja, quando há casamento entre antena/coaxial, na outra ponta do cabo teremos os mesmos 50 ohms. O que quer dizer que você pode diminuir ou aumentar seu comprimento à vontade, que sempre irá dispor de 50 ohms na "ponta de baixo". Daí, o comprimento "ideal" é o absolutamente necessário para sair da antena e chegar até o transmissor, sem qualquer preocupação com o tamanho que terá. Ou, em outras palavras, o menor comprimento possível, porque mesmo "casado", o cabo coaxial introduz perdas que vão aumentando quanto maiores forem seu comprimento e a freqüência de operação.

Como vimos, se ligarmos uma antena de 100 ohms a uma linha de descida (no exemplo cabo coaxial de 50 ohms), à medida que formos aumentando o comprimento dessa linha iremos diminuindo o valor da impedância que aparece na outra ponta, até que, quando o comprimento for de 1/4 de onda, encontraremos 25 ohms. A partir daí, se continuarmos a aumentar o comprimento do cabo, a impedância começará a aumentar até chegar novamente aos 100 ohms, o que ocorrerá quando o cabo tiver dois quartos de onda, ou seja 1/2 onda. Aumentando ainda mais, a impedância voltará a diminuir e chegará outra vez aos 25 ohms quando o comprimento do cabo for de 3/4 de onda, chegando mais uma vez aos 100 ohms, ao "esticarmos" o cabo até 4/4 de onda, equivalente a duas vezes meia onda, ou seja, uma onda completa. A Fig. 1 ilustra bem este fato.

Do exposto tiramos duas conclusões muito valiosas para os experimentadores: 1) **A impedância na extremidade "livre" da linha de transmissão se repete sempre que você aumentar seu comprimento por um número ímpar de 1/4 de onda — isto é, 1/4 — 3/4 — 1 1/4 etc. 2) Quando a linha de desci-**

N.R.1 — Este ponto, no exemplo dado, deverá corresponder a cerca de metade do comprimento da linha de 50 ohms que tenha 1/4 de onda de extensão, pois uma linha de transmissão de 1/8 de onda, quando terminada por uma resistência pura, **de qualquer valor**, apresenta à sua entrada uma impedância com valor igual à impedância característica da linha utilizada.

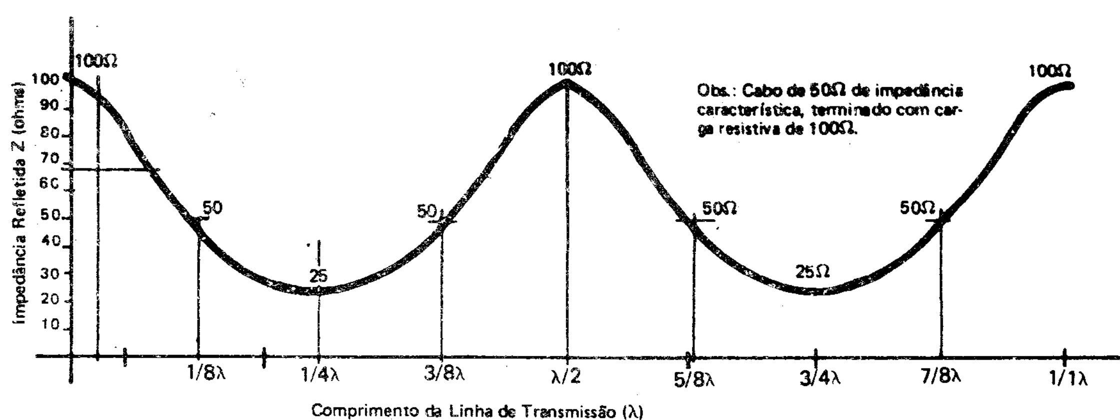


Fig. 1 — Este gráfico — derivado da equação (1) apresentada no texto demonstra por que muitos pensam ser possível "tirar a estacionária" do sistema de antena mediante "ajustes" no comprimento da linha de alimentação. Nele está ilustrado o comportamento de uma linha utilizando cabo coaxial com impedância característica de 50 ohms, terminada com uma carga resistiva de 100 ohms, e, conseqüentemente, "descasada" com o cabo. Observa-se que a impedância refletida (z) na outra extremidade do cabo varia entre um máximo de 100 e um mínimo de 25 ohms, dependendo do comprimento em que for "cortado". Assim, se o cortarmos em 1/8 ou em 3/8 de onda, a impedância refletida será de 50 ohms — ou seja, a apropriada para a maioria dos transmissores. Todavia, na realidade, a carga (ou antena) de 100 ohms, continuará descasada de 2:1 em relação ao cabo, embora um refletômetro intercalado, na outra extremidade, entre a linha e o transmissor, irá indicar r.o.e. aparentemente "ideal" de 1:1. Observações: 1) se a linha de transmissão for terminada com carga idêntica à sua impedância característica de 50 ohms, em qualquer ponto da extensão da linha a impedância refletida será dos mesmos 50 ohms — ou seja, um casamento perfeito entre a carga (antena), a linha e o transmissor; 2) nos pontos em que a linha tiver comprimento igual a múltiplos pares de 1/4 de onda (1/2 onda, 1/1 onda etc.), a impedância refletida será sempre idêntica àquela apresentada pela carga; isto explica por que, durante ajustes de antenas, é conveniente utilizar linha com comprimento que seja múltiplo par de 1/4 de onda, pois o que se ler "cá em baixo" será exatamente o valor que estiver "lá em cima".

da tem o equivalente a 1/2 onda, ela apresentará numa das extremidades, exatamente a mesma impedância que estiver ligada na outra. No caso da antena ter 100 ohms de impedância, usando linha de descida com 1/2 onda, haverá na outra ponta dela, os mesmos 100 ohms.

MÚLTIPLOS PARES DE 1/4 DE ONDA (ISTO É, MÚLTIPLOS DE 1/2 ONDA) SÃO RECOMENDÁVEIS DURANTE O AJUSTE DE ANTENAS.

Essa característica é extremamente valiosa para os experimentadores, que, utilizando uma linha de descida de 1/2 onda, poderão saber qual a r.o.e. junto à antena, medindo-a comodamente junto ao transmissor. Digamos, por exemplo, que você possui uma antena vertical e tem dúvidas sobre se ela apresenta de fato 50 ohms de impedância. Para descobrir, basta interligá-la ao transmissor através de uma linha de descida cm 1/2 onda e medir a r.o.e. entre essa linha e o transmissor (como usualmente é feito). Se for próximo a 1:1 é porque tudo está certo. Se a medição acusar r.o.e. excessiva, você terá certeza que a antena está desajustada ou com algum problema. Da mesma forma, se você for construir uma antena dipolo, poderá—utilizando a linha de 1/2 onda — ajustá-la facilmente: é só ir cortando suas pontas aos poucos, e medindo a r.o.e. junto ao transmissor: quando o comprimento da dipolo estiver correto, a r.o.e. será a mais baixa. Isso sempre considerando que o transmissor pede 50 ohms na saída, que é o normal. Lembrando sempre que se 1/2 onda não proporcionar comprimento suficiente para alcançar o transmissor, você poderá usar uma onda completa, uma onda e meia, duas ondas etc.

Pode haver casos em que embora a antena tenha 50 ohms, o cabo coaxial seja do tipo de 50 ohms e

SE OCORRER UMA ALTA R.O.E. "INEXPLICÁVEL", DESCONFIE DA QUALIDADE DO SEU CABO COAXIAL

o transmissor também, você venha a encontrar r.o.e. excessiva. Isso se deve ou à deterioração do cabo coaxial pela exposição às intempéries (entrada de umidade em seu interior é a mais comum) ou à má qualidade do próprio coaxial, pois, conforme denúncia publicada aqui mesmo em **AN-EP**, há na praça coaxiais em que os 50 ohms são apenas "nominais", apresentando, na realidade, impedância bem diferente!

Daí, um bom teste de impedância característica "verdadeira" de um cabo será ligar o coaxial no transmissor através de um medidor de r.o.e., ligando na outra extremidade uma carga não irradiante (a chamada "antena fantasma") de 50 ohms, de boa qualidade. A indicação deverá ser bem próxima a 1:1; caso contrário, o cabo estará com problemas.

Como foi explicado, quando há um casamento perfeito entre antena/coaxial/transmissor, não importa qual o comprimento de cabo utilizado. Assim, sempre que encontrar algo muito diferente de 1:1 ao medir a r.o.e. junto ao transmissor, pode estar certo de que há um descasamento no sistema. Lembre-se, ainda, de que quando não há casamento entre antena/cabo coaxial, a impedância no cabo, junto ao transmissor, irá depender de seu comprimento. No exemplo, mostramos que um desca-

samento de 7:1 pode dar r.o.e. de 1/1 próximo ao transmissor,quando o coaxial estiver com um determinado tamanho. Por isso, é conveniente você dispor, para experiências e verificações periódicas, de um cabo com 1/2 onda de comprimento. Afinal, uma r.o.e. aceitável, de apenas 2:1 "em baixo", pode estar sendo obtida apenas em razão do comprimento do coaxial e ser, lá em cima, muito superior a isso. Um cabo de 1/2 onda servirá sempre como "tira-teima"!

Para terminar, já que estamos nos dirigindo a principiantes, convém dizer que, ao falarmos de

VEJA COMO É FÁCIL CALCULAR O "COMPRIMENTO FÍSICO" DE CABOS COAXIAIS

1/4 ou de 1/2 onda, estamos nos referindo sempre ao comprimento de onda correspondente à freqüência em que se vai transmitir. Portanto, 1/2 onda nos 7 MHz é uma coisa, nos 7,3 MHz já é outra. Da mesma forma, 1/4 de onda no canal 1 da Faixa do Cidadão tem comprimento diferente de 1/4 de onda do canal 60. Por isso, o usual é utilizarmos como referência o comprimento de onda da freqüência central da faixa em que se vai operar. Para os 40 metros, que vai de 7 a 7,3 MHz, a freqüência central é 7,15 MHz. Para um transceptor PX de 23 canais o canal central será o 12, enquanto que, para 60 canais, você deverá fazer os cálculos com base no canal 30 (N.R.2).

Para achar o comprimento de onda correspondente a uma freqüência,basta dividir 300 pela freqüência em megahertz. Por exemplo, o comprimento de onda do centro da faixa dita "40 metros", ou seja, 7,15 MHz, é:

$$300 / 7,15 = 41,95 \text{ metros}$$

Este cálculo é válido para uma irradiação que se propaga no ar; quando circula em uma linha de transmissão, a velocidade de propagação será menor, motivo pelo qual será preciso multiplicar o resultado da fórmula pelo chamado "fator de velocidade".

Nos cabos coaxiais comuns (com isolamento de polietileno), o fator de velocidade é, em geral igual a 0,66. Assim, o comprimento "físico" (L) de um cabo coaxial de comprimento "elétrico" de uma onda para a mencionada freqüência de 7,15 MHz será:

$$L = 41,95 \times 0,66 = 27,68 \text{ metros}$$

O cabo de 1/2 onda terá 13,84 cm; o de 1/4 de onda 6,92 metros.

Neste final, vocês talvez apresentem duas reclamações: "Sou PX e não faço idéia de quais as freqüências dos canais 12 e 13"; ou então: "o título fala em antenas, mas no artigo não teve nada!". Resposta: 1) para um bom operador, isto é uma vergonha! Peça imediatamente às "Livrotrônicas" um exemplar do livro "Cibí"; 2) o assunto antenas, pretendemos abordar em um futuro artigo. Até lá!

N.R.2 — Este critério de usar-se a freqüência central da faixa ou subfaixa de operação é o mais simples e, por isso geralmente adotado — embora, a rigor, o cálculo devesse ser feito para uma freqüência um pouco menor que a central da faixa.

QUADRA DE DOIS ELEMENTOS PARA 15 METROS

Construa uma Quadra Cúbica para 15 metros, alimentada por uma linha de transmissão de 50 ohms.

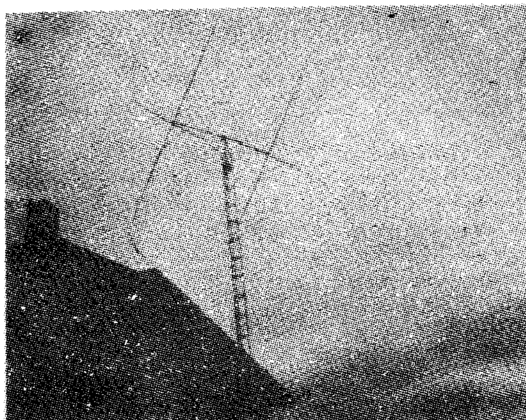


Foto 1 — A quadra cúbica instalada no topo da torre do QTH do autor. Temporariamente, para ajustes, ela ficou montada no telhado da garagem.

Há pouco tempo estávamos procurando uma antena direcional que desse uma "ajuda" aos nossos 75 watts em 15 metros. Não dispondo de uma área de boas dimensões para a instalação de uma antena "das grandes", optamos por uma quadra de dois elementos para uma só faixa, com espaçamento ótimo.

Para o cálculo das dimensões dos quadros do espaçamento entre os mesmos foram usadas as fórmulas padronizadas, como veremos mais adiante na parte da construção. A alimentação é feita com um cabo coaxial de 50 ohms, através de uma seção de quarto de onda ("Q") de cabo coaxial de 75 ohms, cortado pela fórmula padrão. Para fins de otimização de desempenho, o elemento refletor possui uma seção adaptadora ("stub").

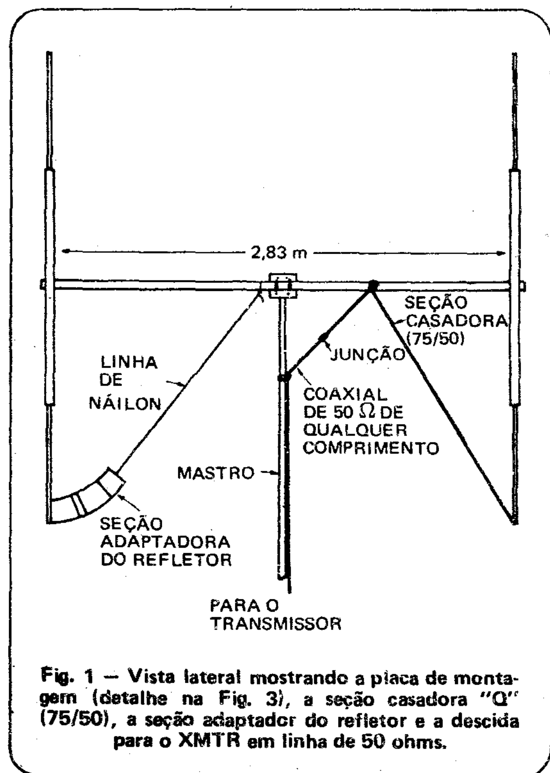


Fig. 1 — Vista lateral mostrando a placa de montagem (detalhe na Fig. 3), a seção casadora "Q" (75/50), a seção adaptador do refletor e a descida para o XMTR em linha de 50 ohms.

O quadro irradiante acusa um mergulho no ressonímetro em 21,150 MHz, e o refletor foi sintonizado com o recurso do oscilador do ressonímetro usado como gerador de sinais. O ressonímetro ("Grid Dip Meter") foi posicionado na casa de um vizinho e a parte traseira da quadra foi girada para aquela posição, após o que sintonizamos o refletor para a menor indicação no essímetro ("S Meter").

Em uma das verificações feitas com a antena, obtivemos a seguinte informação: a quadra apresenta uma indicação igual a S2 em relação a uma antena plano-de-terra com 1/4 de comprimento de onda e com a mesma altura. A intensidade do sinal frontal é igual a S9, e o traseiro S2, indicando uma boa relação frente/costas.

DIMENSIONAMENTO

Para o dimensionamento dos quadros irradiante e refletor usamos nas fórmulas as constantes para a obtenção dos comprimentos para 21,150 MHz.

Eis os resultados obtidos:

Elemento Irradiante — $\frac{306,3}{f\ (MHz)} = 14,48$ m (306,3 é constante e f = 21,15 MHz).

Refletor — $\frac{314}{f\ (MHz)} = 14,84$ m (314 é constante e f = 21,15 MHz).

Espaçamento entre os quadros (ou comprimento da gôndola) – $L = 0{,}2\lambda$, onde λ é o comprimento de onda, ou seja, 300/f (MHz) = 300/21,15 = 14,184. Então temos: 0,2 x 14,184 = = 2,83 m.

$$\textbf{Seção Casadora (75 }\Omega\textbf{/50 }\Omega\textbf{)} - \frac{75 \times V}{f\,(MHz)} =$$

= 2,34 m (75 é constante, V é o fator de velocidade do tipo de cabo usado – 0,66 neste caso – e f = 21,15 MHz).

De posse destes dados, passamos então à construção propriamente dita da antena.

CONSTRUÇÃO

Para a confecção da gôndola usamos cano de ferro galvanizado, com ϕ = 31,7 mm (1 1/4") com 3 metros de comprimento (ver Fig. 1). Para a montagem dos quadros usamos cano de alumínio do tipo usado para mastro de antenas de TV, também com 31,7 mm de diâmetro e 3 metros de comprimento. Entretanto, este comprimento não é suficiente para a construção de uma quadra para 15 metros, onde necessitamos de seções de 6 metros. Assim, para obtermos o comprimento necessário usamos tubo de PVC de 25 mm (1") de diâmetro, encaixados no tubo de alumínio e travados com pequenos calços de borracha (de mangueira de jardim, por exemplo), colocados entre os dois tubos, e o excedente (dos calços) dobrado e preso com fita isolante. O ideal será vedar todas estas junções com fita isolante.

O cano de PVC é vendido em varas com 6 metros de comprimento (são necessárias 4 varas) e possui boa rigidez que, porém, ainda não é suficiente para a confecção dos planos da quadra; daí a necessidade de emprego do tubo de alumínio na parte central de cada quadra, para se ter a necessária rigidez.

Os braços de cada quadro são presos à gôndola por meio de grampos em "U" que abraçam a gôndola e penetram nos braços em furos de diâmetro adequado. Para se evitar que os quadros girem so-

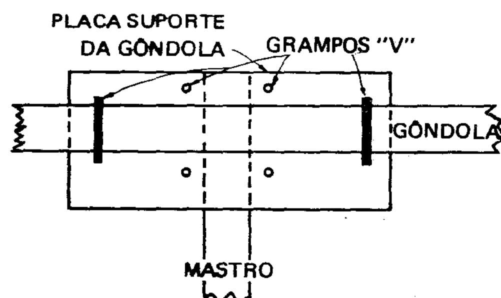


Fig. 3 – A gôndola é presa a uma placa de alumínio por meio de grampos em "U", a qual por sua vez é fixada ao mastro da mesma forma. Uma cravilha de travamento poderá ser usada para se evitar rotação do conjunto sobre o mastro.

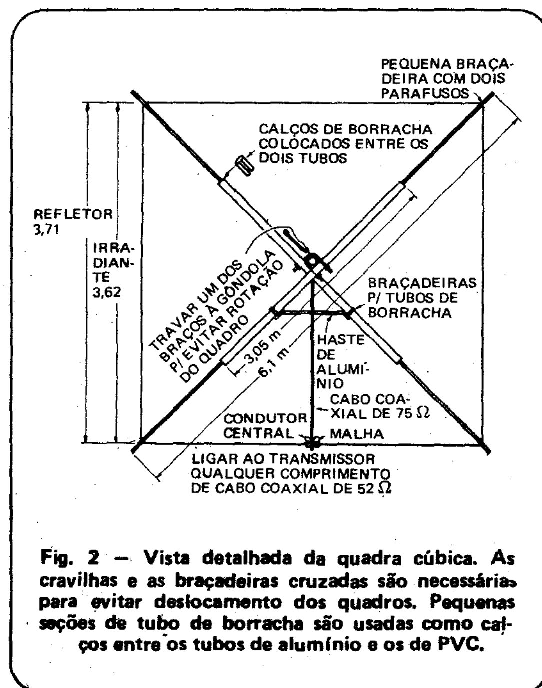


Fig. 2 – Vista detalhada da quadra cúbica. As cravilhas e as braçadeiras cruzadas são necessárias para evitar deslocamento dos quadros. Pequenas seções de tubo de borracha são usadas como calços entre os tubos de alumínio e os de PVC.

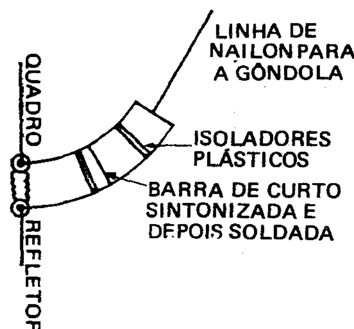


Fig. 4 – A seção adaptadora do refletor tem um comprimento de 91 cm. A barra de curto de sintonia – um pedaço de fio curto, também nº 12 AWG – fica a aproximadamente 25 cm do quadro quando ajustada para a máxima relação frente/costas. O espaçamento entre os fios do adaptador pode ser da ordem de alguns centímetros (aprox. 10 cm), compatível com o tamanho do isolador. Este espaçamento não é crítico, uma vez que o comprimento da seção é ajustado curto-circuitando-se a seção adaptadora no processo de sintonia.

bre o eixo da gôndola, um braço em cada quadro deverá ser travado por meio de um pino que trespasse a gôndola e o braço (um pino rosqueado comprado em barras em casas especializadas em parafusos com as respectivas porcas e contraporcas é o ideal). Para se manter o correto ângulo de 90^0 entre os braços de cada quadro, usamos um pedaço de perfil de alumínio de aprox. 65 cm, com as extremidades presas aos braços por meio de braçadeiras de tipo comumente usado em mangueiras plásticas de diâmetro ajustável.

A fixação da gôndola (Fig. 3) ao mastro é feita da seguinte forma: prende-se a gôndola a uma placa de alumínio de 10 x 20 cm (9 mm de espessura) usando-se os grampos em "U". Esta mesma placa é então fixada ao mastro de suporte da antena com os mesmos grampos e travada para evitar rotação, se assim se desejar, usando-se o mesmo tipo de pino rosqueado usado para a fixação dos braços à gôndola.

Terminada a parte da montagem da armação da antena, passamos à sua construção propriamente dita. Começamos pelos quadros, onde usamos fio nº 14 AWG (ϕ = 1,628 mm) fixado na ponta de cada braço por meio de uma presilha e dois pequenos parafusos (um pequeno furo na ponta do tubo também resolve). Para a seção adaptadora do refletor usamos fio de cobre nº 12 AWG (ϕ = 2,053 mm) com 91 cm de comprimento. Após a sintonia, a barra de curto-circuito fica posicionada a cerca de 25 cm de distância do quadro (ver Fig. 4).

O cabo de descida na seção de 75 ohms é ligado ao centro do ramo inferior do quadro irradiante e tem o comprimento pré-estabelecido (2,34 m). É ligado ao cabo de 50 ohms que vai ter ao XMTR por meio de uma junção de conector coaxial de meio de fio.

CONCLUSÃO

A relação de ondas estacionárias medida indicou um casamento quase que perfeito em toda a faixa dos 15 metros. Desde que armamos a quadra cúbica, trabalhamos todos os continentes e 35 países na faixa dos novatos. Os contatos com os outros estados sempre deram reportagens com S8 a S9.

O custo total da antena é baixo e diríamos modesto, face aos resultados obtidos. Se o amador se der ao trabalho de pesquisar junto às casas de material de construção, verá que os preços variam bastante de uma loja para outra. Conclusão: uma pesquisa prévia é fundamental para minimizar custos.

A nosso ver, o que de mais importante fica da construção desta antena está nos conhecimentos teóricos adquiridos, que são de grande valia quando se passa de uma classe de operação para outra mais avançada. Esperamos que este artigo vá estimular os principiantes a projetar seus sistemas de antenas. O sucesso obtido é altamente gratificante!

ANTENA "V" INCLINADA

Uma antena que, além de ocupar bem menos espaço que um dipolo comum, apresenta diretividade e ângulo de radiação favoráveis a comunicações a grandes distâncias.

Há cerca de vinte e dois anos instalamos uma antena em V no prédio onde morávamos. Dado o restrito espaço disponível na cobertura, ela teve que ficar inclinada cerca de 45º em relação ao plano horizontal. Os resultados foram surpreendentes, com excelentes comunicados com todo o Brasil, em 7 MHz e transmitindo em AM com 100 watts. Estudando melhor o irradiante, fizemos sua reinstalação; os resultados repetiram-se, com sinais de 5-9 mais 20 e 40 decibéis em distâncias acima de 1000 km, na mesma faixa, em SSB, com 100 watts.

Quando nos referimos a um irradiante o fazemos em comprimento de onda, sendo sua dimensão física decorrência daqueles. O mais usual, em comprimentos de onda, é o dipolo de meio comprimento de onda. Seu diagrama polar de irradiação mostra um único lóbulo com máxima irradiação a 90º para altura até 1/6 de comprimento de onda e 60º para 1/4; para 3/8 de comprimento de onda inicia-se a tendência à divisão em dois lóbulos, com máxima irradiação a 40º, e com 30º com 1/2 comprimento de onda. Em maiores alturas o abaixamento do lóbulo prossegue, atingindo 10 a 15 graus em dois comprimentos de onda.

Qual é, então, o princípio de funcionamento de nossa antena?

Para comunicados a grande distância, nosso interesse é de concentrar nossa irradiação na direção desejada e abaixar o ângulo de irradiação, a fim de chegar o sinal ao ponto de destino com o menor número de "pulos" possível. Se não podemos elevar mais a altura do dipolo até que nos dê um ângulo de elevação baixo, podemos deitar a antena dipolo V invertido na direção oposta à de nosso alvo, concentrando a irradiação na direção do alvo. No sentido oposto, a irradiação diminuirá possibilitando apenas comunicados a curta e média distâncias.

Lembramos, contudo, que esta situação existe em condições ideais, com o fio livre de obstáculos e com solo bom condutor. Quanto à altura sobre o solo, devemos lembrar que esta nem sempre coincide com a base da torre, podendo situar-se vários metros abaixo. Fica evidenciada a dificuldade no projeto teórico, dadas as variantes práticas possíveis.

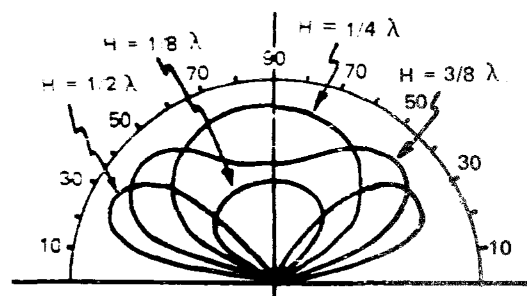


Fig. 1 — Notam-se os lóbulos de irradiação no plano vertical de um dipolo 1/2 onda, mostrando a variação do ângulo com a altura. Aplica-se este diagrama para locais livres de objetos circundantes.

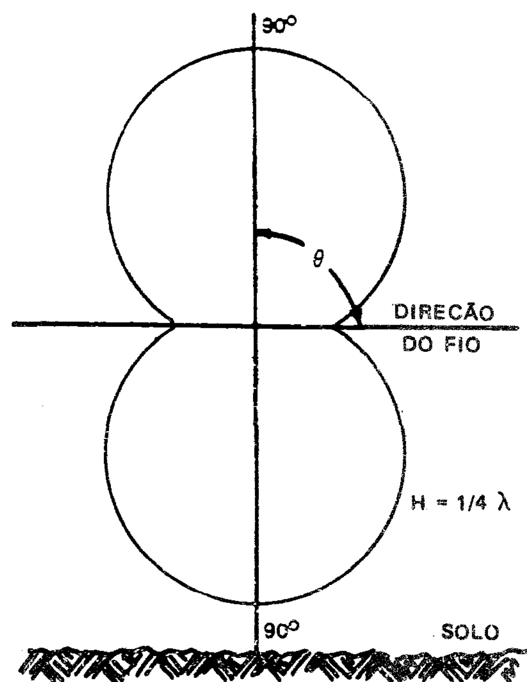


Fig. 2 — Lóbulo de irradiação de um dipolo situado a 1/4 de onda do solo. A máxima irradiação situa-se a 90º do fio do dipolo.

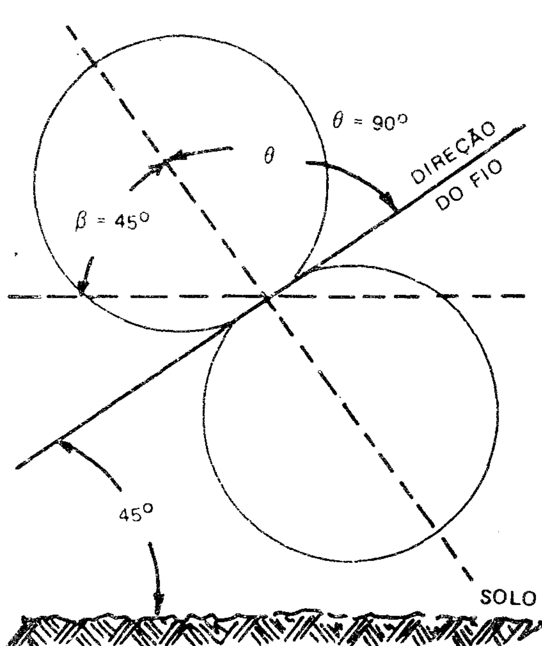
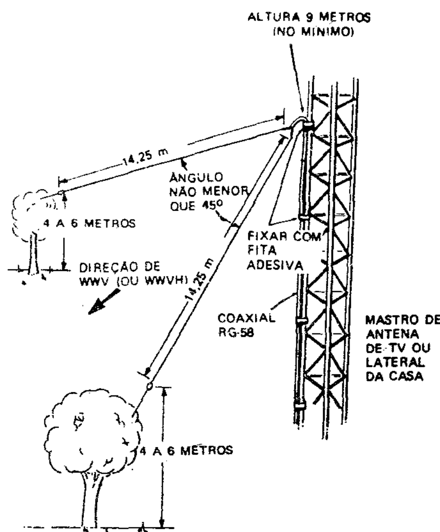


Fig. 3 — O mesmo lóbulo da Fig. 2, inclinando o fio da antena 45° em relação ao solo. O lóbulo continua a 90° do fio, porém, 45° do solo. Assim, o ângulo da onda passa de 90 para 45 graus.



Da literatura técnica que acompanha produtos "Heathkit" consta esta sugestão para a construção de uma antena baseada nos princípios propostos por PY2IW: é uma V inclinada, com dimensões adequadas à recepção de sinais padrão de WWV ou WWVH, em 5 MHz. Para captação dos sinais padrão em 10 MHz, bastará reduzir à metade o comprimento das duas seções da antena.

Se inclinarmos o plano do fio irradiante de um dipolo V invertido, o lóbulo se tornará direcional e ainda, abaixará o ângulo da irradiação em relação ao solo. Como sabemos, a reflexão ionosférica com ângulos elevados de irradiação aumenta o número de "pulos", reduzindo o sinal em distâncias maiores. Abaixando o ângulo de radiação, o número de pulos será menor e o sinal atingirá maiores distâncias, com maior intensidade, devido às menores perdas de reflexão na Terra e na ionosfera.

O ângulo de abertura do dipolo V invertido não poderá ser muito fechado, pois haverá tendência a cancelamento dos lóbulos. Na prática, este ângulo, dependendo do local, deverá ser cerca de 110°. Combinando-se este irradiante com a técnica de incliná-lo em relação ao solo, teremos a antena V inclinada de meio comprimento de onda, que ocupa um espaço de 10 x 10 m em 7 MHz. Sua impedância depende do ângulo de abertura, da proximidade do mastro central e da altura do vértice. Em nosso caso, o vértice ficou a 15 m de altura, num espaço livre de obstáculos, e alimentamos com um cabo de 50 ohms, sem nenhuma reatância na freqüência ressonante. As figuras anexas mostram a sua teoria e curva ressonante. Devemos cortá-la segundo a fórmula

$L = 143,5/f$

sendo L em metros e F em megahertz, e ajustando o comprimento na freqüência de ressonância desejada. Usando um "balun" 1 : 1, eliminamos totalmente o retorno de corrente no cabo coaxial; a relação de estacionária foi, portanto, 1 : 1.

Como vemos, é uma antena fácil de instalar, com excelente rendimento, alcance diurno acima de 1.000 km em 7 MHz e ampla largura de banda.

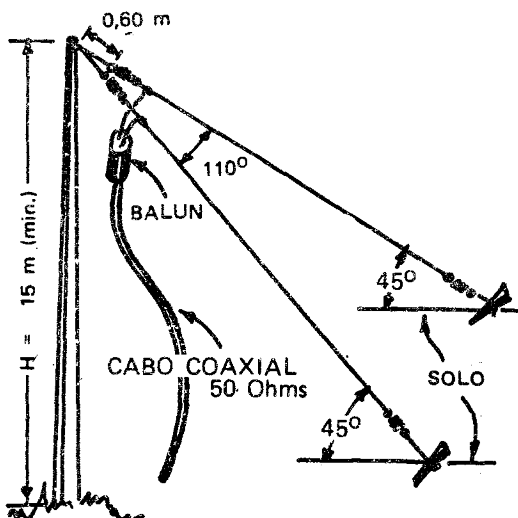


Fig. 4 — Aspecto físico da antena. O mastro tem 15 m de altura, os fios fazendo 45° com o solo de 110° entre eles. O "balun" 1:1 e o cabo de 50 ohms completam o sistema irradiante. Deve-se situá-la em espaço livre de obstáculos para maior rendimento e a 60 cm do mastro metálico. Sendo a altura 3/8 de onda, um dipolo não inclinado teria um ângulo de irradiação vertical de 15 x 8/3 = 40° sobre o solo. Inclinando o V invertido em 40°, a irradiação dele fica próxima da tangencial à superfície terrena, possibilitando alcançar grandes distâncias com poucos pulos. Na antena construída pelo A., a r.o.e. não passou de 1,5:1 ao longo da faixa de 40 metros, ficando em 1:1 na freqüência de projeto, que foi de 7.100 kHz.

DUAS ANTENAS NUM ÚNICO COAXIAL

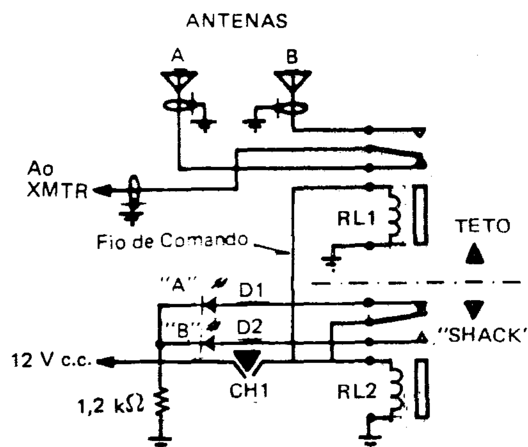
Uma solução simples e econômica para a comutação à distância de duas antenas situadas no telhado.

Hoje em dia, quando pensamos em colocar mais uma antena no teto, logo esbarramos no custo de mais uma corrida de cabo coaxial (no meu caso 50 metros), assim como no problema de ter que passar mais um cabo coaxial pela casa (olha a briga com o xtal).

O comutador aqui apresentado emprega somente um fio adicional (que pode ser fio branco para não dar muito na vista) para a comutação da antena "A" para a antena "B". O comutador não é nada mais do que um relé. Comutador de farol alto/baixo de Volkswagen, que não precisa de uma corrente constante para manter os contatos na posição A ou B. Um breve impulso de corrente faz com que ele comute de A para B ou vice-versa. Isto é porque ele tem no seu interior uma peça rotativa, a qual salta de um contato para outro.

Para podermos ter uma indicação de qual antena está ligada, optamos por instalar um segundo relé no "shack" que comutam dois LED, que indicam qual a antena em uso. Como a tensão de acionamento dos relés é da ordem de 12 volts, e considerando que só usaremos esta tensão momentaneamente para comutar as antenas, podemos utilizar a fonte de 12 volts do equipamento sem sobrecarregar a mesma.

A tensão positiva (+ 12 V.C.C.) é enviada ao teto através do fio adicional (fio este de qualquer bitola), enquanto que a negativa é enviada através da malha do cabo coaxial. Como os contatos do relé já são dimensionados para suportar uma alta corrente, podemos utilizá-los para transmissores de 250 watts. Os relés deverão ser montados dentro de caixas (embalagens) metálicas para evitar a famigerada TVI. A fim de minimizar o Q$J na montagem, utilizamos latas vazias de Nescau!!!

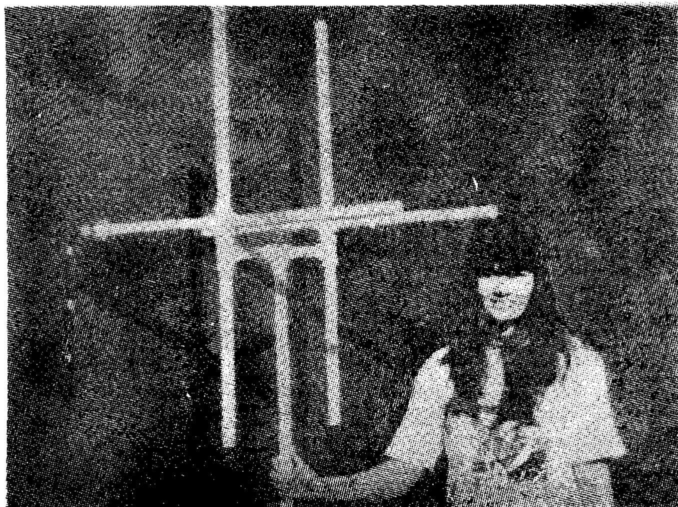


LISTA DE MATERIAL

2 relés de comutação de faróis de Volkswagen (12 V.C.C.)
1 Resistor de 1,2kΩ, 1/2 W
2 diodos fotemissores (TIL 209, ou similar)
1 interruptor tipo botão de campainha.

N.R. — O Autor não mencionou a possibilidade de, pela introdução de um relé comum, não coaxial, ocorrer um descasamento de impedâncias no ponto em que for intercalado o sistema de comutação. Todavia, é provável que as perdas resultantes sejam de pequena monta, só devendo ser evitadas nos transmissores QRP, em que cada "pedacinho de watt" deve ser bem aproveitado. . .

Antena "Quadrafácil" para os Dois Metros



Nesta foto, Mirue, "cristalina" de PY1XR, apresenta a "Quadrafácil", cuja estrutura é totalmente feita de tubos de PVC.

Ótimo ganho, excelente diretividade, dimensões compactas e, sobretudo, total facilidade de montagem, são as características desta quadra cúbica de dois elementos

Desde os primórdios das radiocomunicações constatou-se que a antena é um elemento de importância capital, não só na transmissão, como, também, na recepção dos sinais. Costuma-se, até, dizer que uma boa antena constitui 50% da eficiência de uma estação. Em VHF, então, pode-se assegurar que a antena pode representar bem mais que isso — principalmente quando se utilizam os pequenos "HT"("handie-talkie") de muito baixa potência.

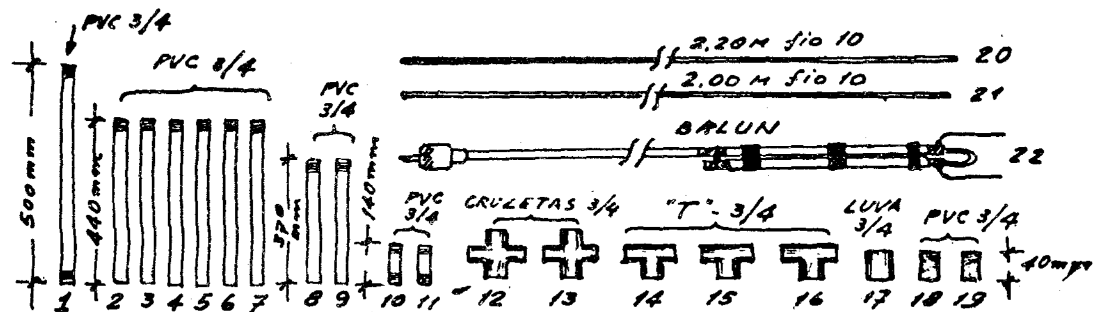
Considerando ser este o caso de numerosos radioamadores — operação em VHF com transmissores de pequena potência, raramente maior que 10 watts — a Diretoria Estadual da LABRE-Rio de Janeiro teve sua atenção despertada para uma antena muito interessante: econômica, eficiente, fácil de construir. Tratou-se de uma quadra cúbica de dois elementos, intitulada "How to Gain With PVC", divulgada em 73 Magazine de maio de 1984. Um protótipo foi montado no laboratório da LABRE-RJ; testado, mostrou ótimo ganho e grande diretividade. Foi decidida a preparação de um "kit" para tornar extremamente fácil a construção da compacta e eficiente antena quadra cúbica para a faixa de 2 metros.(NR1)

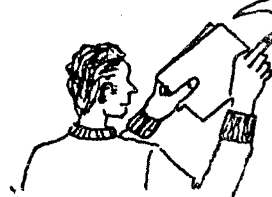
Visando bem divulgar a iniciativa, PY1CC entregou a **ANEP** um dos "kits" da interessante antena, tendo sido dada a este PY1XR a incumbência de efetuar e descrever a sua montagem. Daí a origem deste artigo que apresenta aos leitores a (agora denominada) "QUADRA FÁCIL" para os 144 MHz.

Tal como no artigo que lhe deu origem, a Quadrafácil é baseada em uma estrutura totalmente feita com tubos de PVC, do tipo utilizado em canalizações de água.

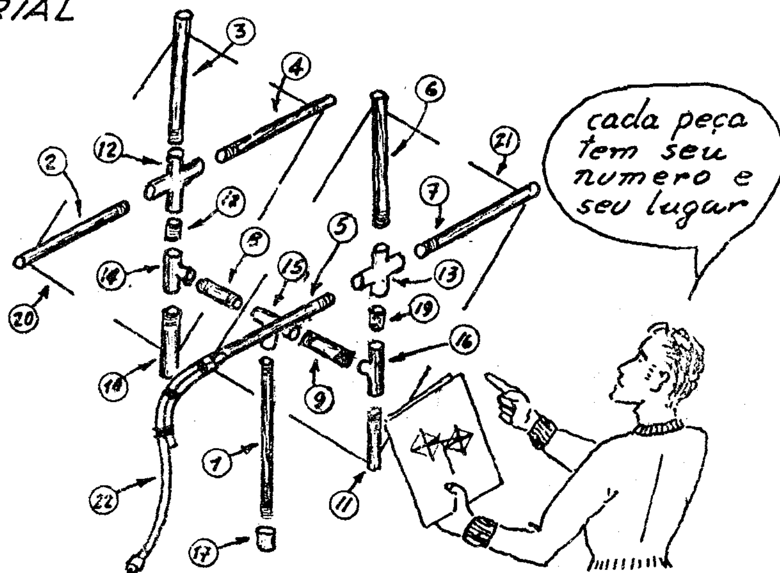
Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	Nº DE UNIDADES
1	Tubo de PVC 3/4" - 50 cm	1
2 a 7	Tubo de PVC 3/4" - 44 cm	6
8 e 9	Tubo de PVC 3/4" - 37 cm	2
10 e 11	Tubo de PVC 3/4" - 14 cm	2
12 e 13	Cruzetas PVC 3/4"	2
14 a 16	Tês PVC 3/4"	3
17	Luva de PVC 3/4"	1
18 e 19	Niple de PVC 3/4"	2
20	Fio de cobre nº 10 - 2,5 m	1
21	Fio de cobre nº 10 - 2,5 m	1
22	Balum — Coaxial RG-58u	1
	TOTAL DE UNIDADES	22

Tabela I — Relação das peças do "kit" LABRE-RJ. O aspecto das peças pode ser visto no alto da Fig. 1.

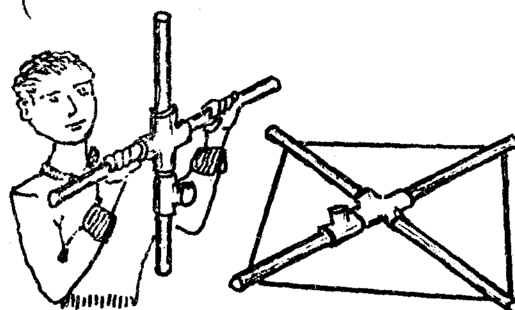




1- SEPARANDO E CONFERINDO TODO O MATERIÁL



2- VISUALIZANDO O POSICIONA-MENTO DE CADA PECA.



3- INICIANDO A MONTAGEM PELAS CRUZETAS.

Fig. 1 — Neste fluxograma são mostrados todos os elementos do "kit labreano" da "Quadrafácil" e a seqüência da montagem.

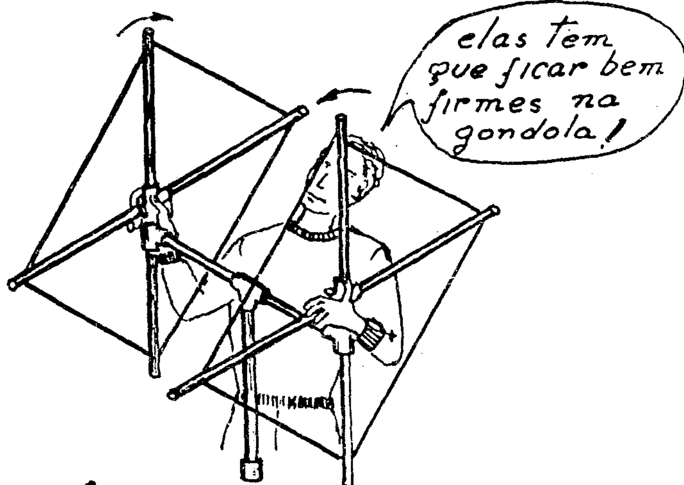


MONTANDO O "KIT" DA QUADRA CÚBICA

No "kit" da LABRE-RJ a antena já vem pronta para montagem com todas as suas peças classificadas e numeradas. Com apenas uma ou duas horas de trabalho podemos erguer a nossa Quadra Cúbica e lançar nossos sinais em todas as direções do horizonte! O material do "kit" está relacionado na Tabela I.

Através do fluxograma da Fig. 1 podemos iniciar a montagem de nossa Quadrafácil.

A primeira operação é a de separar e conferir todo o material do "kit". A segunda operação será a visualização do posi-



4 - FIXANDO AS CRUZETAS NA GÔNDOLA

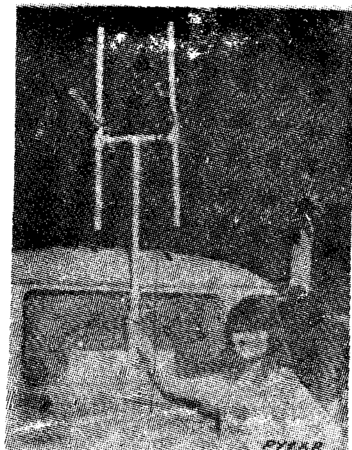


5 - SOLDANDO O BALUN E O CABO COAXIAL AO ELEMENTO IRRADIANTE.

cionamento de cada peça em relação às demais. Em seguida, iniciamos a montagem pelas duas cruzetas destinadas a suportar os elementos irradiante e refletor, respectivamente. Os elementos das cruzetas devem ser bem apertados com o uso de uma chave de grifa e nunca somente com as mãos! Para terminar esta parte, só nos resta passar pelos furos respectivos os dois pedaços de fio nº 10, completando-se, assim, esta operação de nº 3 do fluxograma.

A operação nº 4 será a montagem da gôndola e a fixação das cruzetas na mesma. Finalmente, soldamos o balum aos terminais do elemento irradiante (Operação nº 5).

Resta-nos erguer nossa antena, para o que fixaremos ao tê central da travessa inferior da gôndola (peça nº 15 da Fig. 1) um cano de 3/4" — preferivelmente em ferro galvanizado, para dar maior firmeza ao conjunto. O comprimento desse cano (não fornecido no "kit") ficará a critério do usuá-



Para operação portátil a "Quadrafácil" é muito conveniente, pois pode ser rapidamente desmontada e transportada no porta-malas do automóvel.

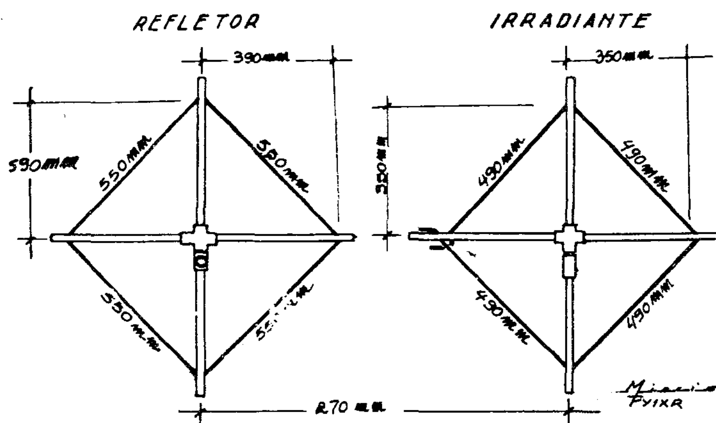


Fig. 2 — Aí estão os dois elementos da Quadrafácil: o irradiante e o refletor, com as respectivas dimensões em milímetros.

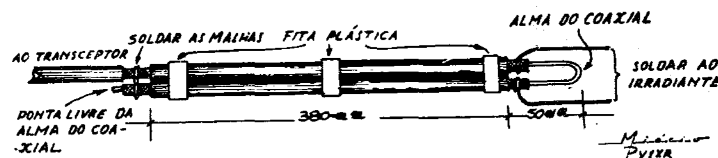


Fig. 3 — Detalhe do Balum que realiza a adaptação de impedâncias da quadra com a linha de transmissão (coaxial de 52 ohms). No "kit labreano" este balum já vem pronto para sua instalação.

rio: quanto mais longo, mais alta ficará a antena, mas... desde que esta não fique balançando HI...

Na Fig. 2, vêem-se as dimensões dos dois quadros e o distanciamento entre eles.

Na Fig. 3, estão detalhes do balum (fornecido no "kit") destinado ao correto casamento de impedâncias entre a linha de transmissão (coaxial de 52 ohms) e a antena. A conexão é feita a um ângulo lateral do quadro, e não ao ângulo inferior, para assegurar polarização vertical, que é a mais utilizada na faixa de dois metros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os informes recebidos através de PY1CC, todos os testes realizados com a "Quadrafácil" foram satisfatórios. Dentre as primeiras antenas montadas na LABRE-RJ, uma delas foi testada por PY1ADE, Sérgio, que, operando na Barra da Tijuca com um HT de apenas 1 watt, conseguiu armar com facilidade diversas repetidoras distantes, tais como as de Mendes e Petrópolis.

Trata-se, portanto, de uma antena de bom ganho e diretividade e. sobretudo, de montagem facílima através do emprego do kit preparado pela LABRE-RJ para ceder aos sócios da Liga, não apenas os filiados à RJ, como a qualquer outra Diretoria Estadual.

Facilmente montável e desmontável, a Quadrafácil é, mais ainda, excelente para operação portátil, podendo, desmontada, ser alojada na mala do carro. Para completar: sua durabilidade é, praticamente, ilimitada, mesmo em regiões de alta salinidade, pois todos os materiais nela empregados são à prova de intempéries.

NR1 — Caso não possa ser obtido o "kit" organizado pela LABRE-RJ para fornecimento a seus associados, será fácil preparar todas as peças necessárias, seguindo-se a orientação da Fig. 1. A construção do balum será feita de acordo com a Fig. 3. Com exceção das peças do balum, os elementos restantes podem ser adquiridos em lojas de material de construção.

A ANTENA "LONG-WIRE": UMA SOLUÇÃO ECONÔMICA

A maioria das antenas multibandas possui inconvenientes, seja na montagem complicada, seja quanto ao desempenho em algumas das faixas. O Autor descreve sua experiência com uma antena tão velha como o próprio Radioamadorismo — e, no entanto, simples e econômica: a "End-Fed Hertz" ou "Long-Wire".

Após nosso "QSY" de QTH — do Rio de Janeiro para Teresópolis — uma das primeiras providências foi improvisar um dipolo para 20 metros, para não ficar totalmente QRT. Ele foi montado na varanda superior da casa, por baixo (!) do telhado, e como deu resultados favoráveis... foi ficando assim.

Após mais de um ano nessas condições, comecei a pensar em montar algo mais "ortodoxo". Afinal de contas, desde os tempos de "guri" lá em Porto Alegre (como classe "juvenil"), não morava em uma casa (sempre apartamentos) com tanta liberdade de espaços e nunca mais operara em 80 metros. Por que não colocar uma antena "decente", multibanda, para todas as faixas? Que tal a excelente G5RV, também apresentada nesta coletânea.

Uma avaliação rápida na situação da casa/"shack"/terreno mostrou ser bastante difícil qualquer solução tipo "dipolo com alimentação no centro". O terreno é amplo, mas a casa está na frente, faceando um barranco; o "shack" também é na frente da casa. Ou seja, alimentação no "extremo" pareceu ser a melhor pedida. Daí, uma "revisão" nos conceitos feita nas "bíblias" do radioamadorismo (ver bibliografia) trouxe a resposta: uma antena unifilar "long-wire", alimentada no extremo (ou "End-fed Hertz antenna").

UM POUCO DE TEORIA...

A "long-wire" é a mais simples e econômica antena para transmissão e recepção. Um simples fio longo, de qualquer comprimento, constitui uma antena multibanda bastante eficiente. Pode ser acoplada ao transmissor através de um circuito simples e sintonizada para ressonância com o auxílio de um medidor de r.o.e. (Fig. 1). Para operação em todas as faixas de 160 a 6 metros o comprimento total recomendado é cerca de 41,5 metros, mas, na prática, o comprimento do fio pode ser compensado pelo sistema de acoplamento e, assim, possuir qualquer extensão, desde que maior do que 20% do comprimento de onda da freqüência de operação mais baixa. É recomendável o uso de um bom sistema de terra; sugere-se a conexão de radiais de 1/4 onda para cada faixa de operação, e/ou de uma ligação à terra.

Operada numa larga gama de freqüências, esta antena exibe uma grande variedade na impedância de entrada. No extremo inferior de freqüências, ela pode apresentar ao transmissor uma carga resistiva da ordem de 1 ohm, combinada com uma grande reatância, positiva ou negativa (indutiva ou capacitiva). Ao se elevar a freqüência, a carga resistiva pode subir para os milhares de ohms, enquanto a componente reativa da carga pode variar rapidamente entre valores positivos e negativos.

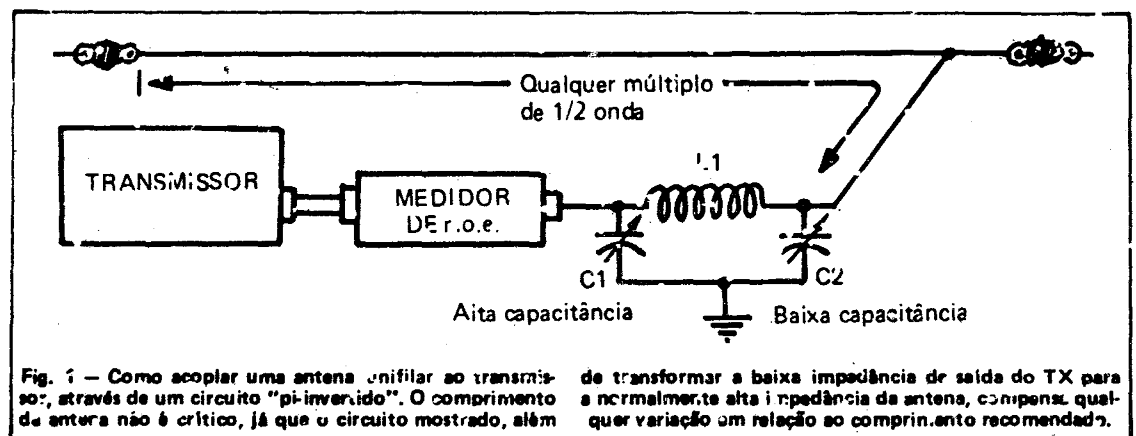


Fig. 1 — Como acoplar uma antena unifilar ao transmissor, através de um circuito "pi-invertido". O comprimento da antena não é crítico, já que o circuito mostrado, além de transformar a baixa impedância de saída do TX para a normalmente alta impedância da antena, compensa qualquer variação em relação ao comprimento recomendado.

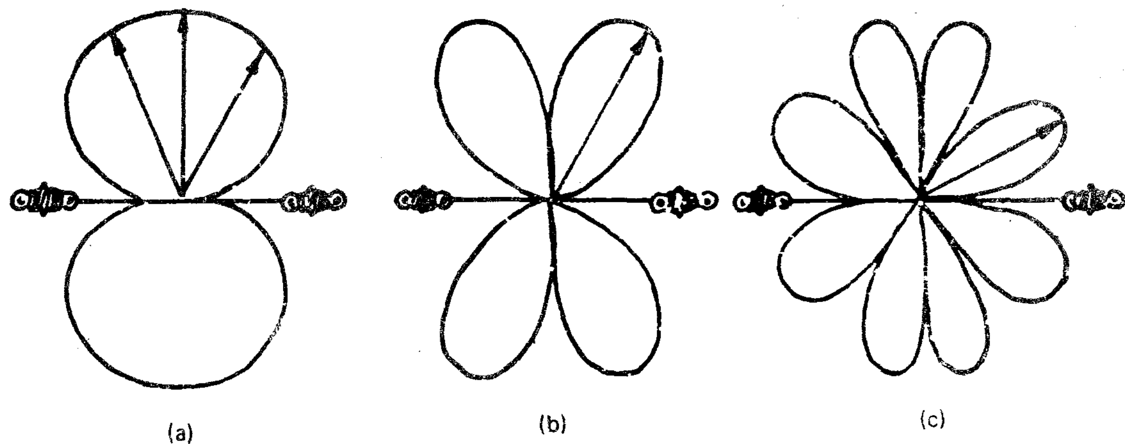


Fig. 2 — Diagramas de irradiação de antenas em espaço livre: a) antena de meia onda; b) antena de onda completa; c) antena de duas ondas completas. Quanto maior a antena (em número de ondas) tanto maior a quantidade de lóbulos, preponderando os longitudinais em relação aos transversais ao fio.

Daí ser imperativo o uso de um Sintonizador de Antena (ou "acoplador" — eu prefiro a designação "sintonizador" porque é isso que ele faz na verdade, e não só "acoplar"), para que o transmissor "enxergue" sua carga resistiva nominal, usualmente 50 ohms (NR.1). O sintonizador de antena do tipo "pi" é de construção simples e eficaz, e seu projeto pareça "invertido" em relação aos chamados "tanques em pi" dos equipamentos valvulares: o capacitor de entrada (lado do TX) é que possui alta capacitância, sem grande isolamento, enquanto o de saída tem menor capacitância e deve, normalmente, ser de grande isolamento, pois o extremo da antena é sempre bem "quente" — detalhe a ser considerado no arranjo final do sistema.

A Fig. 2 apresenta os diagramas de irradiação para antenas com alimentação central, em espaço livre. Para a dipolo (a) tem-se a conhecida figura "em oito" no plano do fio. A antena de onda completa tem 4 lóbulos (b), a de "2 ondas" tem 8 lóbulos, etc. Quando a antena tem mais de 2 ondas de comprimento, os lóbulos das pontas começam a exibir ganho de potência (p. ex. 3 dB para $L = 4\lambda$), enquanto os laterais se tornam menores, se bem que mais numerosos.

Se a antena é alimentada fora do centro, há um reforço dos lóbulos principais, do lado mais longo do fio, em detrimento dos lóbulos do lado mais

(N.R. 1) — A designação "sintonizador" também é preferida pelos amadores britânicos, que utilizam a sigla "ATU" para tal fim ("Antenna Tuning Unit"). A designação "oficial" do Minfra (embora não utilizada pelos amadores) é "Transformador de Impedância", conforme consta de todas as suas atuais normas.

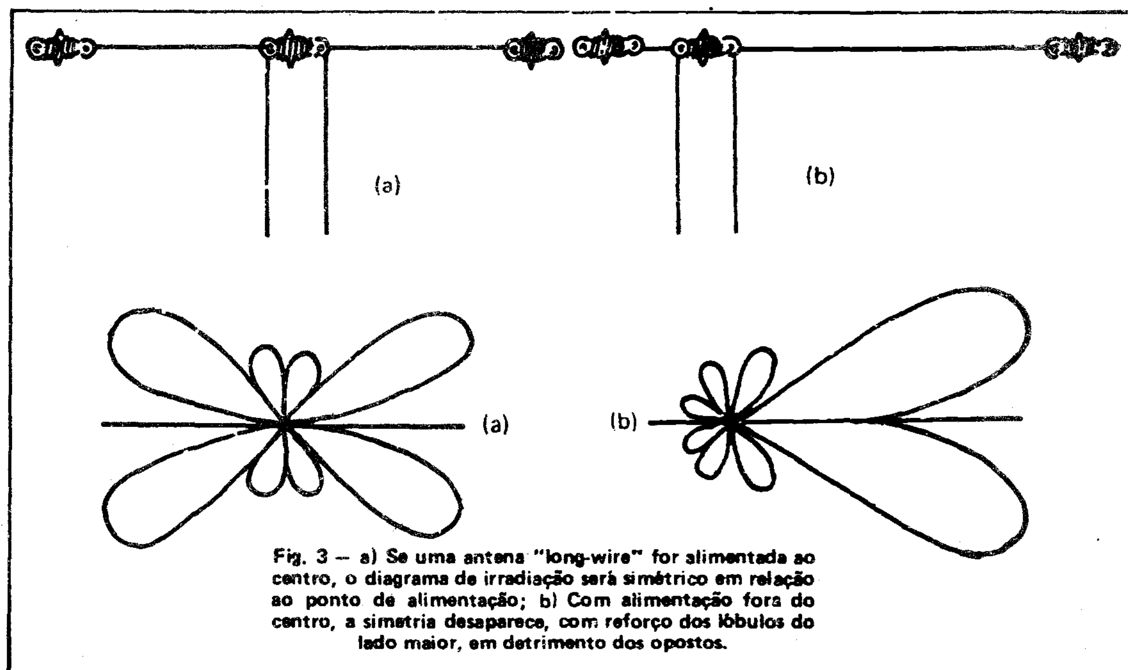


Fig. 3 — a) Se uma antena "long-wire" for alimentada ao centro, o diagrama de irradiação será simétrico em relação ao ponto de alimentação; b) Com alimentação fora do centro, a simetria desaparece, com reforço dos lóbulos do lado maior, em detrimento dos opostos.

curto (Fig. 3). Este seria o caso da "long-wire" em questão. Na prática, entretanto, a diretividade dos lóbulos principais de irradiação não pode ser bem definida e os lóbulos menores tendem a cobrir os nulos, de modo que uma antena "long-wire" real apresenta características onidirecionais, especialmente sobre terreno de baixa condutividade.

Finalmente, uma lembrança: a "long-wire" operada harmonicamente em diversas faixas não discrimina ou atenua harmônicos do transmissor. Se for necessário, filtros deverão ser acrescentados entre o TX e o medidor de r.o.e. O sintonizador de antena "ajuda" na supressão, mas o "Q" de seu circuito é normalmente baixo e a ação como filtro é discreta.

... E A EXECUÇÃO PRÁTICA

A existência de uma alta árvore a uns 35 metros da casa (e do "shack") praticamente definiu o posicionamento da antena. Mas antes de partir para o campo, resolvi que primeiro deveria providenciar o sintonizador de antena (nada mais frustrante do que montar uma antena e não poder testá-la imediatamente!). O circuito seria o "pi" já citado e mostrado na Fig. 4.

Uma rápida busca na sucata definiu os componentes. Caixa metálica: uma antiga, que abrigava o alto-falante e a fonte de um Eudgert. Capacitor de entrada: um comum de recepção de 2 x 410 pF. Capacitor de saída: um variável de transmissão, 250 pF x 2.500 V. Indutor: encontrei um, comercial, de fio 14 AWG (1,6 mm) esmaltado, pertencente a um velho "linear", com 65 mm de diâmetro, mas só 12 espiras. Como não seria suficiente, enrolei outra bobina (18 espiras, 100 mm de comprimento) com 50 mm de diâmetro, aproveitando um fio de cobre prateado de 2,2 mm de diâmetro, também existente na sucata. A chave comutadora é de porcelana, com 11 posições. Mas antes de instalar a chave, as derivações para as várias faixas foram determinadas experimentalmente (com a antena já acabada) com uma garrinha "jacaré" (e, para isso, o fio prateado foi bem melhor do que se fosse esmaltado...). No final, os testes mostraram que

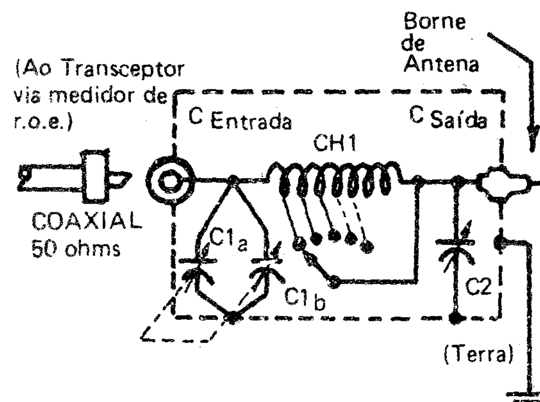


Fig. 4 — Sintonizador de antena montado pelo Autor. Os componentes foram obtidos na "sucata" e não são críticos. Com um pouco de experimentação, determina-se a derivação ideal da bobina para cada faixa de operação. Ver descrição no texto.

faltava indutância em 80 metros, e, por isso, acabei unindo as duas bobinas numa só, sendo ela toda utilizada nessa faixa (Em tempo: meu transceptor não possui 160 metros).

Finalmente, a antena foi instalada, conforme mostrado na Fig. 5. Foi usado fio de cobre esmaltado 12 AWG (2 mm), esticado entre a ponta de uma das vigas do telhado da varanda e a primeira forquilha da árvore já mencionada. Essa forquilha está a uns 13 metros do solo, e como a árvore situa-se em terreno mais elevado do que a casa, o fio não ficou na horizontal, mas "subindo" em direção à árvore. Para evitar um pouco essa subida, os últimos 5 metros foram redirecionados, conforme está claramente mostrado na figura. Esse arranjo permitiu também que o fio não ficasse muito esticado, evitando o uso de polias e contrapesos para compensar o balanço da árvore sob fortes ventos (que aliás é pequeno: ela é bem parruda!).

Junto ao isolador, no extremo fixado à casa, foi soldado um fio, também de bitola 12 AWG, porém isolado, o qual, dirigido em direção ao "shack", nele penetra através de orifício aberto na parede. Com mais 1,5 metros, ele alcança o terminal de saída do Sintonizador de Antena... e pronto! Existe antena mais simples?

TESTES E AJUSTES

A teoria recomenda "um bom sistema de terra", mas, mesmo sem nada preparado, fui aos testes nas 5 faixas – 80 a 10 metros. Com um pouco de tentativa na escolha da melhor derivação na bobina, logo cheguei à sintonia correta em todas as faixas, sempre buscando leitura "zero" como valor de onda refletida no medidor de r.o.e. À exceção de 15 metros, a sintonia nas demais faixas foi tranqüila. O ajuste principal é o do capacitor de saída (e da bobina, claro); o de entrada tem uma atuação bem "larga". Em 80 m, os ajustes variam bastante entre extremos inferior e superior da faixa, mas, nas demais bandas, praticamente há só um ponto de ajuste. Com isso, a operação é extremamente facilitada: basta acertar os 3 controles nos pontos previamente anotados para a faixa desejada e, depois, é só conferir: r.o.e. de 1:1. A "exceção de 15 m" foi a "presença" de R.F. no "shack". O microfone e todos os pontos de massa do equipamento estavam terrivelmente "quentes". Donde, no fim-de-semana seguinte, parti para o aterramento recomendado. Como radiais são sempre um estorvo, a primeira opção foi uma simples ligação à terra.

Adquiri uma "haste de terra" de 1,5 m, dessas para aterramento do neutro em instalações elétricas; a haste foi fincada no jardim, bem ao lado da casa, até restarem só uns 20 cm aflorando. Um fio isolado, de bitola 10 AWG (2,6 mm) foi ligado a ela, sendo o outro extremo levado até a caixa metálica do sintonizador. Como primeira avaliação da "qualidade" do terra, liguei uma lâmpada de 100 W entre a fase da rede elétrica e o fio de aterramento: a lâmpada acendeu praticamente com

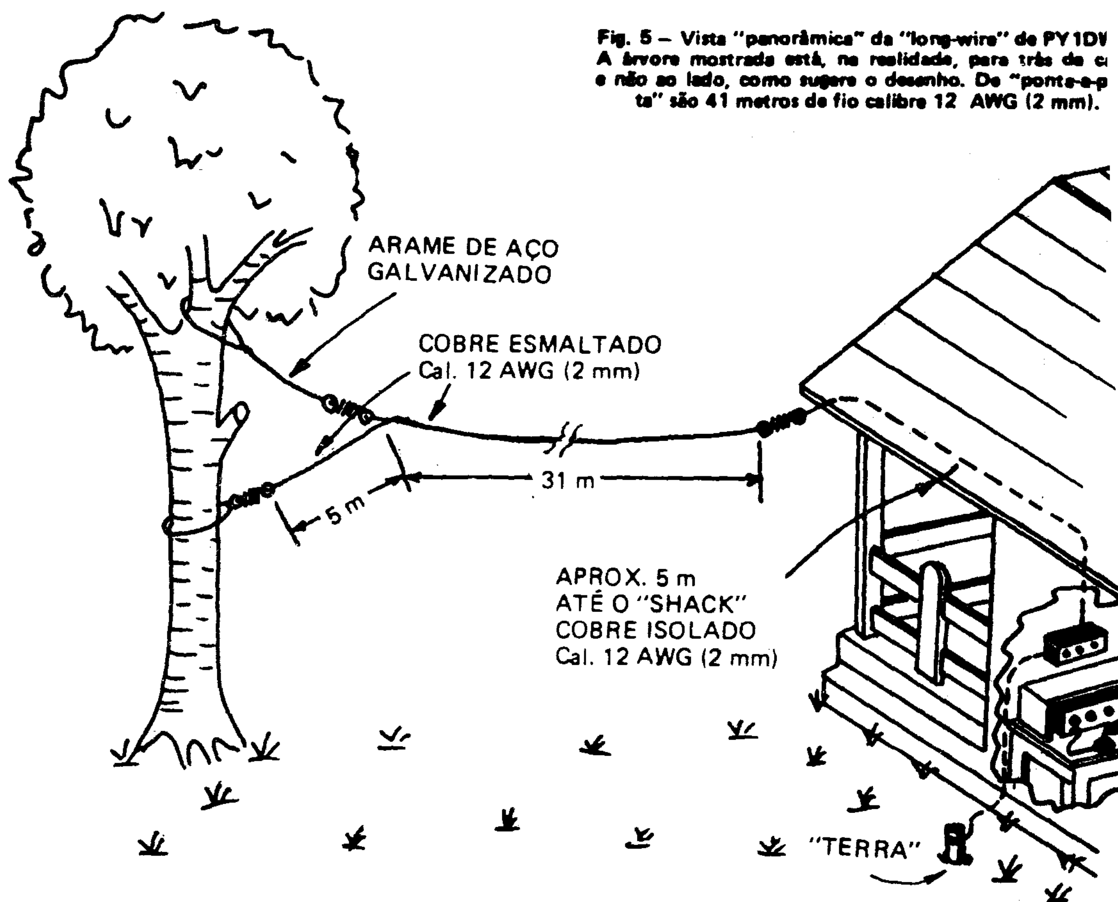


Fig. 5 – Vista "panorâmica" da "long-wire" de PY1DV A árvore mostrada está, na realidade, para trás da c e não ao lado, como sugere o desenho. De "ponta-a-p ta" são 41 metros de fio calibre 12 AWG (2 mm).

todo brilho, indicando que o aterramento estava pelo menos razoável (NR-2).

Os testes em 15 m mostraram que tinha acabado o problema de R.F. presente na massa do equipamento. Os pontos previamente determinados nos controles do sintonizador mudaram ligeiramente em todas as faixas... mas em 20 metros não havia jeito de conseguir uma boa sintonia. A solução foi encontrada ao ligar um "radial" de 1/4 de onda (5 metros de fio 12 AWG isolado) ao ponto de terra do sintonizador. O radial foi fixado junto à parede da varanda, saindo para o lado oposto do fio terra; seu extremo distante foi deixado "flutuante".

Diante dos bons resultados "no ar" obtidos nos dias posteriores, considerei terminada a instalação, tendo, porém, ainda incluído uma chave reversora junto à chegada do fio da antena, para possibilitar desligá-la do equipamento e ligá-la à terra durante os períodos de QRT (ou de tempestades...). Usei para isso uma chave de faca de boa qualidade, con base de porcelana. Penso, no futuro, melhorar o "terra", interligando a haste à tubulação de ferro galvanizado que pretendo ainda instalar para uma torneira de jardim.

DESEMPENHO

Posso classificar o desempenho da antena como excelente, ou, pelo menos, "muito bom", já que há sempre bastante subjetividade nesse tipo de avaliação. Desde sua instalação, tenho realizado bons contatos (locais e DX) em todas as faixas, usando 100 W de saída. As reportagens recebidas são sempre boas ou compatíveis com a situação do momento. Da mesma forma, a recepção também é boa e isenta de ruídos.

Não foi possível até agora "desconfiar" quais são os diagramas reais de irradiação. Pode ser que, com mais tempo e mais dados disponíveis, eu possa identificar direções "favoráveis" e "desfavoráveis" nas diversas faixas. Enquanto isso, a antena fica sendo onidirecional" (HI!)...

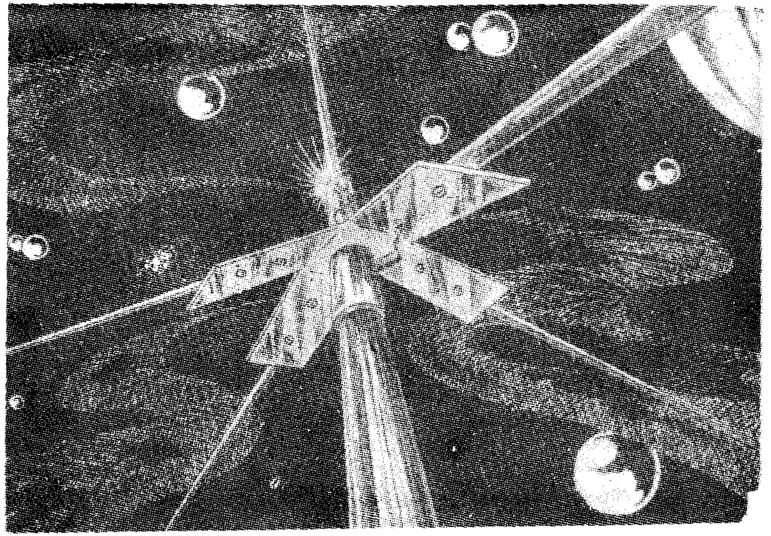
BIBLIOGRAFIA:

"Radio Handbook" – William Orr – Howard Sams & Co., Inc.

"The Radio Amateur's Handbook – ARRL

(N.R. 2) – Em estudo realizado por K8CFU, foi demonstrado que a ligação de terra feita desta maneira é necessária para fins de segurança; contudo, para máxima eficiência do sistema irradiante, será melhor o emprego de radiais ou de uma rede de fios estendidos sobre o solo (ou colocados a pequeníssima profundidade), utilizando-se condutores com revestimento isolante – isto é, sem efetiva "ligação" à terra. "CQ" (em espanhol) - Maio 1985.

Parece "papo" de vendedor de enciclopédias, mas não é. Aqui, os operadores da Faixa do Cidadão encontrarão a história e particularidades das antenas mais utilizadas nos 11 metros, e, mais que isto, serão orientados sobre como cada qual deverá escolher sua própria antena.



AS VERTICAIS NA FAIXA DO CIDADÃO

COMO TUDO COMEÇOU

O jovem cientista alemão desceu as cortinas das janelas de seu laboratório e apagou a luz, fazendo-o ficar na penumbra. Em seguida, ligou um aparelho que possuía um arco de metal com duas esferas nas extremidades. No mesmo instante, uma faísca pulou, de uma esfera para outra, com um clarão.

Mas os olhos de Hertz, o jovem cientista, não estavam fitos na faísca, que ele sabia que iria saltar. Ele estava tentando determinar a que distância a faísca poderia alcançar. Assim que a centelha saltou na primeira esfera, outra centelha saltou na segunda, encontrando-se, ambas, no espaço. A energia havia saltado das extremidades para o centro, sem conexão alguma, exceto o ar!

Logo a experiência de Hertz era repetida em outros laboratórios e, sem dúvida, mostrava que a energia podia ser transmitida pelo ar. Com equipamentos mais sofisticados, certamente os níveis de energia seriam bem maiores e o alcance também seria outro. Todavia, segundo muitos pesquisadores aquele fenômeno conseguido no laboratório não parecia ter uma aplicação assegurada na prática. Esse ponto de vista, porém, não era o do italiano Marconi, que sentiu estar alí o caminho para as transmissões, através daquilo que ele chamou mais tarde de "Ondas Hertzianas".

Assim, inspirado por aquela dascorbeta, Marconi, que já pesquisava a rediotransmissão, construiu uma antena que usava o solo como sua "outra metade". Ele alimentou com energia uma antena vertical, com hastes de metal dirigidas para o solo. O alcance da transmissão, que era, então, de algumas dezenas de quilômetros, chegou, surpreendentemente, a centenas de quilômetros, provando que a teoria de Marcóni, estava correta. Essa antena, que possuía 1/4 de onda, ficou conhecida como "Marconi", enquanto a antena 1/2 onda, desenvolvida posteriormente, foi batizada como "Hertz".

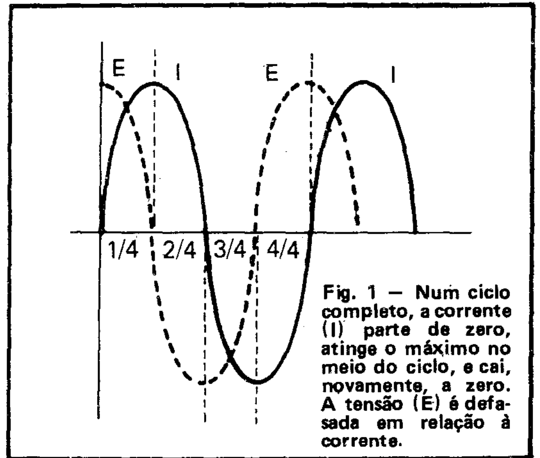


Fig. 1 — Num ciclo completo, a corrente (I) parte de zero, atinge o máximo no meio do ciclo, e cai, novamente, a zero. A tensão (E) é defasada em relação à corrente.

A TEORIA

Experiências em laboratório mostraram a existência de uma relação entre a onda eletromagnética e o seu comprimento. O comprimento de uma onda pode ser calculado dividindo-se 300.000 (velocidade nominal da luz), pela freqüência, em quilohertz ou ciclos por segundo (1). Durante um ciclo completo surgem dois elementos que se completam: a corrente e a tensão. A corrente parte de ze-

(1) A denominação "ciclo por segundo" foi substituída por "Hertz" em homenagem ao precursor das Radiocomunicações. Desta forma, a FC, que, no passado, operava numa freqüência dita "27 megaciclos", é hoje caracterizada como 27 megahertz — ou, abreviadamente, 27 MHz.

O QUE É UMA ANTENA

A antena é, em princípio, um transformador de impedâncias que transforma a baixa impedância da linha de transmissão na alta impedância do espaço livre. Como "componente eletrônico", ela pode ser considerada com um circuito ressonante com capacitância, indutância e resistência distribuídas, em tamanho comparável ao do comprimento de onda em que opera.

Para calcular o comprimento de onda, divide-se a velocidade de propagação pela freqüência. Como a velocidade de propagação, no espaço livre, de ondas eletromagnéticas (e, também, da luz), é considerada como sendo de 300.000 quilômetros por segundo, embora as últimas medições, nos E.U.A., por meio de raios laser, indicam 299.792,4562 km/s. A diferença, como vemos, é insignificante para quaisquer fins práticos do operador da FC. Além disto, devemos lembrar que, em qualquer material (mesmo nos metais) a velocidade de propagação é menor do que no espaço livre.

ro, alcança o máximo no meio do ciclo e cai, novamente, a zero, tendo uma progressão mais adiantada que a tensão, com uma diferença de 1/4 de ciclo (Fig. 1). A impedância, que é o quociente da tensão pela corrente, é a característica que a linha de transmissão "enxerga" da antena. Sua relação com a da linha de transmissão determina a eficiência da transferência de energia.

Este o motivo pelo qual se torna tão importante conhecer a impedância correta no ponto de alimentação da antena, para que haja coincidência entre a mesma e a a impedância da linha de transmissão. Isto nem sempre é possível — como no caso de antenas de 1/4 de onda, em que a impedância no ponto de alimentação da antena é menor do que a dos cabos coaxiais utilizados, fato que ocasiona relação de onda estacionária elevada. Tal situação pode, porém, ser corrigida mediante sistemas de acoplamento, tais como o "gamma match" e o "beta match", que tornam o casamento de impedâncias perfeito ou quase perfeito.

AFINAL: QUAL O MELHOR TAMANHO?

En termos teóricos, diz-se que a energia eletromagnética captada ou irradiada por qualquer antena é proporcional à sua superfície. Assim, uma antena de onda completa captaria muito melhor do que uma antena de 1/4 de onda, e, por sua vez, uma de duas ondas completas teria rendimento ainda melhor.

No caso da FC, uma antena de onda completa terá, aproximadamente, onze metros. No caso de uma dipolo, não há problemas de construção, pois há, geralmente, espaço para acomodar uma antena com 11 metros de comprimento. A impedância de uma dipolo de onda completa é bem mais elevada do que a de uma antena de meia onda; para facilitar o casamento, é indicado usar-se linha paralela de 300 ou 600 ohms e acoplamento "delta".

O **dipolo** de onda completa corresponde, nas antenas verticais, ao **monopolo** de meia onda. Em monopolos, costumam-se escolher comprimentos de 1/4 ou de 5/8 de onda, porque os componentes resistivos de sua impedância de radiação ficam próximos dos 50 ohms. A primeira, apresenta um ligeiro componente indutivo, enquanto a segunda, um componente capacitivo, os quais podem ser facilmente neutralizados com o acoplamento, fazendo-as ressonar na freqüência.

O melhor tamanho deverá ser escolhido em função do local disponível. Não só em termos de alcance, mas se há espaço livre ao redor, ou não. Assim, se o operador reside em prédio alto e em lugar aberto poderá optar por uma antena menor, que, não só receberá bem todos os sinais, mas, também, resistirá melhor às ventanias. Se, ao contrário, mora em local baixo e/ou cercado de prédios e morros deverá usar uma antena maior; primeiro, porque necessita de um sistema mais eficiente para "copiar" os sinais que lhe chegam bem, e, em segundo lugar, porque sua antena estará naturalmente abrigada dos ventos.

Numa antena vertical, o campo magnético será sempre horizontal, enquanto o campo elétrico será vertical, determinando, assim, a polarização da antena (Fig.2). O diagrama horizontal de radiação será onidirecional, ao passo que o diagrama vertical apresentará lóbulos cujos ângulos em relação ao plano horizontal dependem da altura em função do comprimento de onda.

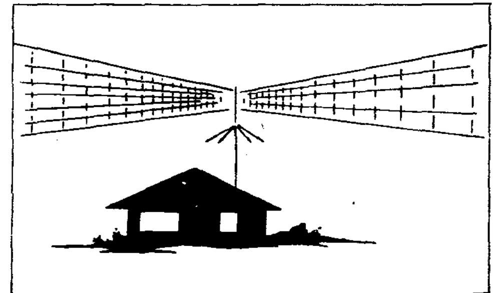


Fig. 2 — Numa transmissão, o campo elétrico (pontilhado) é sempre no mesmo sentido do irradiante, determinando a polarização da antena. No desenho, o campo magnético é horizontal (linhas cheias) e o campo elétrico é vertical (linhas interrompidas). Esta irradiação se chama de "polarização vertical".

AS VANTAGENS DA VERTICAL

Em freqüências baixas, e visando a propagação de superfície, antenas verticais oferecem vantagens sobre ao horizontais. Mesmo com menor altura, menor espaço e, conseqüentemente, menor custo, elas podem oferecer ângulo de radiação tão baixo, comparável com o de horizontal com altura muito maior.

Na medida que a freqüência aumenta, a superfície terrestre começa a absorver mais das irradiações em polarização vertical, do que das horizontais.

Para comunicados a distância reduzida (alcance local), especialmente quando deles também par-

ticipem estações móveis, a antena vertical é recomendável.

Finalmente, outra vantagem das verticais é a baixa resistência que oferecem aos ventos. "Baixa resistência" quer dizer, neste caso, que a antena apresenta menor oposição ao avanço do vento e, assim, a força mecânica do vento sobre ela fica menor.

A PLANO-TERRA

Constatou-se que, para a R.F., o solo nunca é realmente um refletor perfeito, posto que, para uma emissão eficiente, o sistema irradiante deveria estar bem alto, e, quanto mais alto, mais distante ficava do solo, e mais fraca era a sua atuação. Para corrigir-se tal deficiência, chegou-se à concepção do "plano de terra" ou plano-terra.

Uma antena plano-terra pode ter três radiais espaçados a 120º, ou quatro com espaçamento de 90º entre si, na horizontal, ou não (Fig.3). Em termos comparativos, podemos dizer que a plano—terra nada mais é que uma derivação da tradicional antena dipolo. Na prática, a plano—terra é uma dipolo vertical, em que um dos braços (justamente aquele em que é ligada a malha do cabo coaxial) foi substituído por um conjunto de elementos metálicos que formam um espelho eletromagnético, trazendo, artificialmente, o "solo" para perto da antena (Fig.4).

A coisa funciona assim: use o tubo de 7/16" (11 mm) na parte mais próxima da alimentação da antena. O comprimento do tubo mais grosso será igual à metade do elemento, mais 20 cm. Complete o comprimento do elemento com o tubo de 3/8" (9,5 mm), com um acréscimo de 10 cm, que serão introduzidos no tubo mais grosso. Num modelo de 5/8 de onda, as bitolas mais empregadas são 5/8" (16 mm) e 3/4" (19 mm). Para uma "Ringo" de 5/8 de onda, as bitolas mais usadas são 1/2" (12,7 mm), 5/8" (16 mm), 3/4" (19 mm) e 7/8" (22 mm), em tamanhos iguais, com superposição de 13 cm.

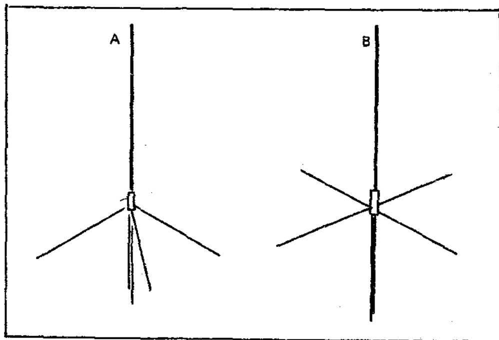


Fig. 3 — Numa vertical, os radiais que formam o plano terra podem ser inclinados (A) ou na horizontal (B), dependendo do projeto.

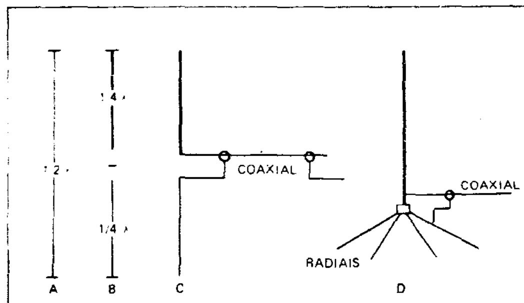


Fig. 4 — Transformação de um dipolo em plano-terra. Em "A", temos um segmento de 1/2 onda. Em B o dipolo está representado com dois segmentos de 1/4 de onda. Em "C", o esquema da ligação com o coaxial e, finalmente, em "D", a configuração da plano-terra. O elemento irradiante está representado em traço mais grosso.

Quando os radiais de uma plano-terra estão na horizontal, a impedância fica, geralmente, em torno de 30 a 35 ohms. Por este motivo, os modelos "Hy Gain" adotam um sintonizador para equalizá-los com a impedância do transceptor.

À proporção em que os irradiantes vão sendo inclinados em direção ao solo, o acoplamento vai ficando mais fácil. A melhor inclinação está na marca dos 45º, quando se chega mais facilmente aos 50 ohms, que é a impedância característica do cabo coaxial, bastando, às vezes, que se deslize o irradiante, para ajustar seu comprimento elétrico, ou, então, ajustar o ângulo vertical dos radiais (Fig. 5).

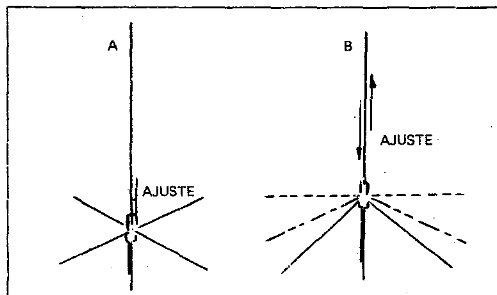


Fig. 5 — As antenas "Hy Gain" (A) possuem radiais na horizontal e, não raro, adotam um acoplador "gamma". À proporção em que os radiais vão sendo inclinados para o solo (B), varia a impedância da entrada. O ajuste de freqüência é feito no comprimento do radiante.

O GANHO

O ganho pode ser definido como a capacidade de uma antena concentrar sua irradiação, e é expresso em decibel (dB), em relação a uma referência.

O ganho da maioria das antenas da FC usa como referência uma antena plano-terra, de um quarto de onda. Outros fabricantes preferem adotar, como referência, a antena isotrópica (dBi), enquanto alguns, por sua vez, consideram como referência o dipolo de meia onda (dBd).

A relação entre estas referências é a seguinte:

Dipolo de meia onda: 2,14 dB sobre o isotrópico

Plano-terra de 1/4 de onda: 0,64 dB sobre o isotrópico

Dipolo de meia onda: 1,50 dB sobre a plano-terra de 1/4 de onda.

Finalizando, uma regra básica para os novatos: quanto mais alta a posição da antena, melhor será a irradiação e, também, a captação (recepção). Além disto, terá influência sobre o desempenho o ângulo de irradiação em relação ao horizonte. Uma antena de 1/4 de onda irradiará em ângulo mais elevado do que uma de 5/8 de onda. Por este motivo, diz-se que, no plano horizontal, a antena de 5/8 apresenta um ganho maior.

Não se esqueça, também, de que a antena, por si só, não faz milagres: ela apenas irradia o que lhe é "entregue". O comprimento do cabo até o transceptor também influi, pois há uma perda bastante ponderável, se este comprimento for grande, obrigando à escolha de um cabo grosso (de baixas perdas) para diminuir a atenuação (2).

Estes os principais fatos sobre as antenas verticais. Qual a melhor delas, só o leitor poderá dizer, pois depende da que melhor se adapte ao seu caso. O importante é conhecer suas características e particularidades, para facilitar a escolha e não ter decepções.

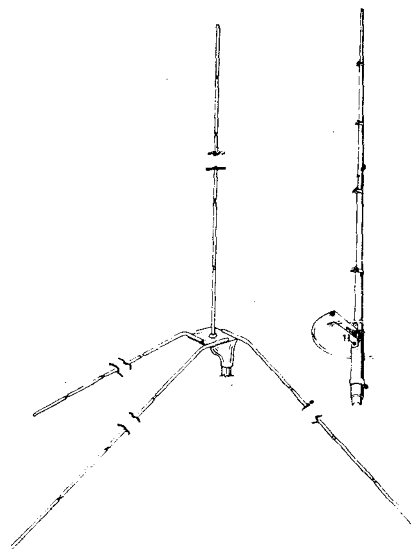
A "RINGO"

A antena "Ringo", lançada pela Cush-Craft, americana, é uma antena vertical de 5/8 de onda. Na base dela, um anel serve, não somente como indutância para compensar sua reatância capacitiva (existente em todas as antenas de 5/8 de onda), mas, também, por meio de uma derivação ajustável, para encontrar o ponto de 50 ohms, permitindo o casamento perfeito com o cabo coaxial da mesma impedância característica.

Para freqüências mais altas, de 6, 2 e 0,7 metros, foi criada a "Ringo" de 2 x 5/8 de onda, conseguindo-se a defasagem com uma "bandeira" de 1/4 de onda situada entre as duas metades da antena. Este modelo é denominado "Ringo Ranger".

Mais tarde, para evitar que o próprio cabo coaxial irradie, aplicaram-se desacopladores na base, com o que o nome passou a ser "Ringo Ranger II".

Há operadores que acusam a antena Ringo de "dar mais interferências". A acusação não tem fundamento. Interferência não é uma característica da antena, a não ser que a antena receptora caia exatamente no lóbulo principal da antena transmissora, o que é, apenas, um problema de posicionamento. Quando uma antena causar interferências, isto poderá ser devido a um contato oxidado, que retifica e gera harmônicos; pode, também, ser um acoplamento inadequado, fazendo com que a malha do cabo irradie, levando o sinal mais perto dos receptores; nunca, porém, se poderá atribuir a culpa ao "tipo" de antena.



A plano-terra de 1/4 de onda (à esquerda) e a Ringo: duas verticais que dividem a preferência dos operadores da FC.

GENERALIDADES

A comunicação, a curta distância, entre estações com antenas de igual polarização, são mais indicadas. No caso de duas verticais, o ganho pode chegar a 20 dB a mais do que seria alcançado entre uma vertical e uma horizontal. Em termos de distância, a polarização pouco, ou nada, adianta, já que ela sofre uma rotação ao chocar-se com as camadas refletoras. Por isto, muitas vezes, uma estação que transmite com polarização vertical acontece de estar sendo captada melhor com uma antena horizontal.

Na verdade, as medidas de uma antena, mesmo quando dimensionada para a mesma faixa de operação, variam um pouco de projeto para projeto. Isto porque nem todas as antenas são dimensionadas para o mesmo canal. Explicando melhor: o projetista, ao calcular uma antena, leva sempre em consideração um determinado canal de referência. Assim, a antena terá uma estacionária mais baixa num canal previamente escolhido, em geral, no centro da faixa em que irá operar.

O fato de encurtamento também varia com a relação comprimento/diâmetro do alumínio empregado na construção da antena. Desta forma, encontramos medidas aparentemente conflitantes, mas que, na verdade, estão em harmonia com o canal escolhido e o material utilizado.

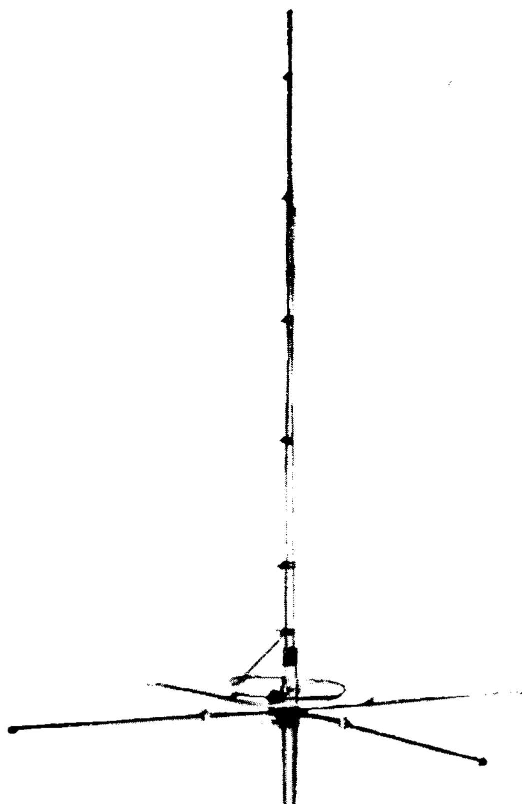
Entre os modelos mais comuns, temos as seguintes medidas:

- Plano-terra de 1/4 de onda:

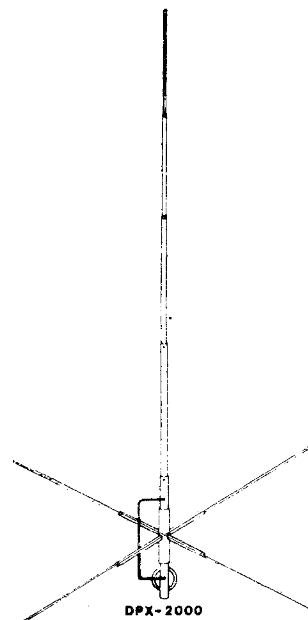
Irradiante – 2,63 m; 4 radiais – 2,63 m (inclinados a 45º)

Irradiante – 2,74 m; 3 radiais – 2,67 m (inclinados a 30º ou 45º)

Irradiante – 2,75 m; 3 radiais – 2,75 m (inclinados a 45º ou na horizontal).



A Wilson conjugou os dois modelos, plano-terra e Ringo, criando a Alpha V-58, uma vertical com irradiante de 6,90m (5/8 de onda) ganho de 5,14 dBd e cobertura de 26,5 a 29 MHz.



A DPX-2000, da Signal Engineering tem 5/8 de onda, r.o.e. de 1,3:1, sintonizador "beta-match". Seu ganho é de 6 dBi, segundo o fabricante.

- Num projeto de 5/8 de onda, temos:
  Irradiante – 6,90 m; 4 radiais – 2,74 (horizontais).

Embora diversas bitolas sejam usadas, as que apresentam melhor desempenho para as antenas de 1/4 de onda são as de 7/16" (11 mm) e 3/8" (9,5 mm), montadas telescopicamente. Isto porque todo elemento telescópico começa numa medida e vai afinando à proporção em que avança para a extremidade. O motivo é que as forças (peso e resistência ao vento), maiores perto do ponto de fixação do elemento, diminuem na direção da ponta. Assim, aplicamos diâmetro maior onde há necessidade de maior resistência mecânica, diminuindo-o na medida em que esta necessidade é menor. Assim, podemos, com a construção telescópica, diminuir o peso e o custo da antena.

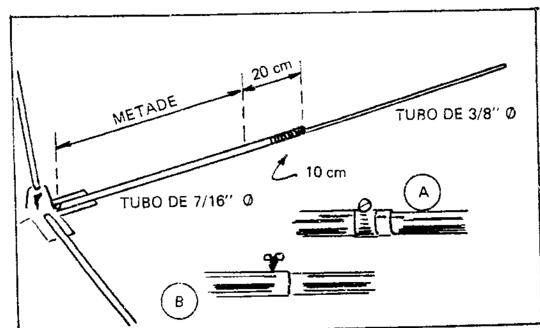
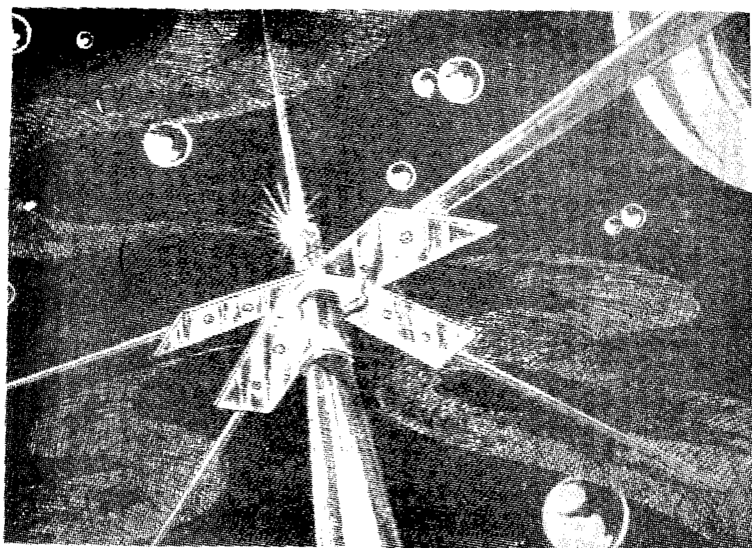


Fig. 6 – O elemento telescópico é fácil de fazer e compensa o trabalho, face à sua robustês e seu pouco peso. O desenho dá as indicações e as bitolas para antenas de 1/4 de onda. Os sistemas de fixação estão em "A" e "B". No primeiro deles, o tubo mais grosso recebe três ou quatro cortes longitudinais para facilitar a entrada do tubo mais fino. Em seguida, usa-se uma pequena braçadeira, para o aperto final. No segundo, muito usado no Brasil, emprega-se um pequeno parafuso auto-atarraxante, que mantém as peças no lugar.

Em complementação aos seus ótimos artigos "As Verticais na Faixa do Cidadão" (★), o Autor apresenta "receitas" práticas e pormenorizadas para a construção dos dois mais populares tipos para os 11 metros: a antena Plano-Terra e a Ringo.



Duas Antenas Para Você

E já que em nosso artigo anterior(*), falamos tanto sobre verticais, não poderíamos deixar de apresentar um esquema de cada uma delas. Afinal, seria como falar longo tempo a respeito de um determinado prato, descrevendo suas delícias, sem dar a receita. Assim, estamos publicando a montagem de uma Plano-Terra e de uma Ringo. Ambos os modelos foram projetados por nós, há alguns anos, apenas como pesquisa de soluções práticas, que tivessem desempenho acima da média, com baixo custo. Trabalhe com calma, pois qualquer delas é de construção fácil e segura. Utilize as bitolas sugeridas e faça os elementos telescópicos. Se tiver dificuldade nos encaixes, lixe o tubo mais fino, até poder introduzi-lo no mais grosso, *e nunca use martelo para isso.*

Embora possa demorar um pouco na construção, saiba que os dois modelos foram projetados para não apresentar problemas. Todos os que foram construídos, há cinco anos, ainda se encontram em plena operação, e são retirados, apenas uma vez por ano, para limpeza.

A PLANO-TERRA

LISTA DE MATERIAL

Chapa de alumínio de 3/16" de espessura,
3 parafusos de 3/16", com porca, em latão, 1 conector-fêmea QF-3
8 parafusos de 1/8", com porca, em latão,
1 tubo de PVC, de 1/2" e 30 cm de comprimento,
8 parafusos auto-atarraxantes de 1/8" x 7 1/16",
2 braçadeiras em "U",
10 cm de fio 14 encapado.

(★) Ver página 31 desta Coletânea.

A CONSTRUÇÃO

Corte no alumínio, a peça "A", que tem o formato de uma cruz, com braços iguais de 8 cm de largura, por 13 cm de comprimento. No centro da cruz, o leitor terá um quadrado de 8 x 8 cm.

No centro desse quadrado será feito um furo de 1/2" de diâmetro para a passagem do tubo de PVC. Se necessário, alargue o furo ligeiramente.

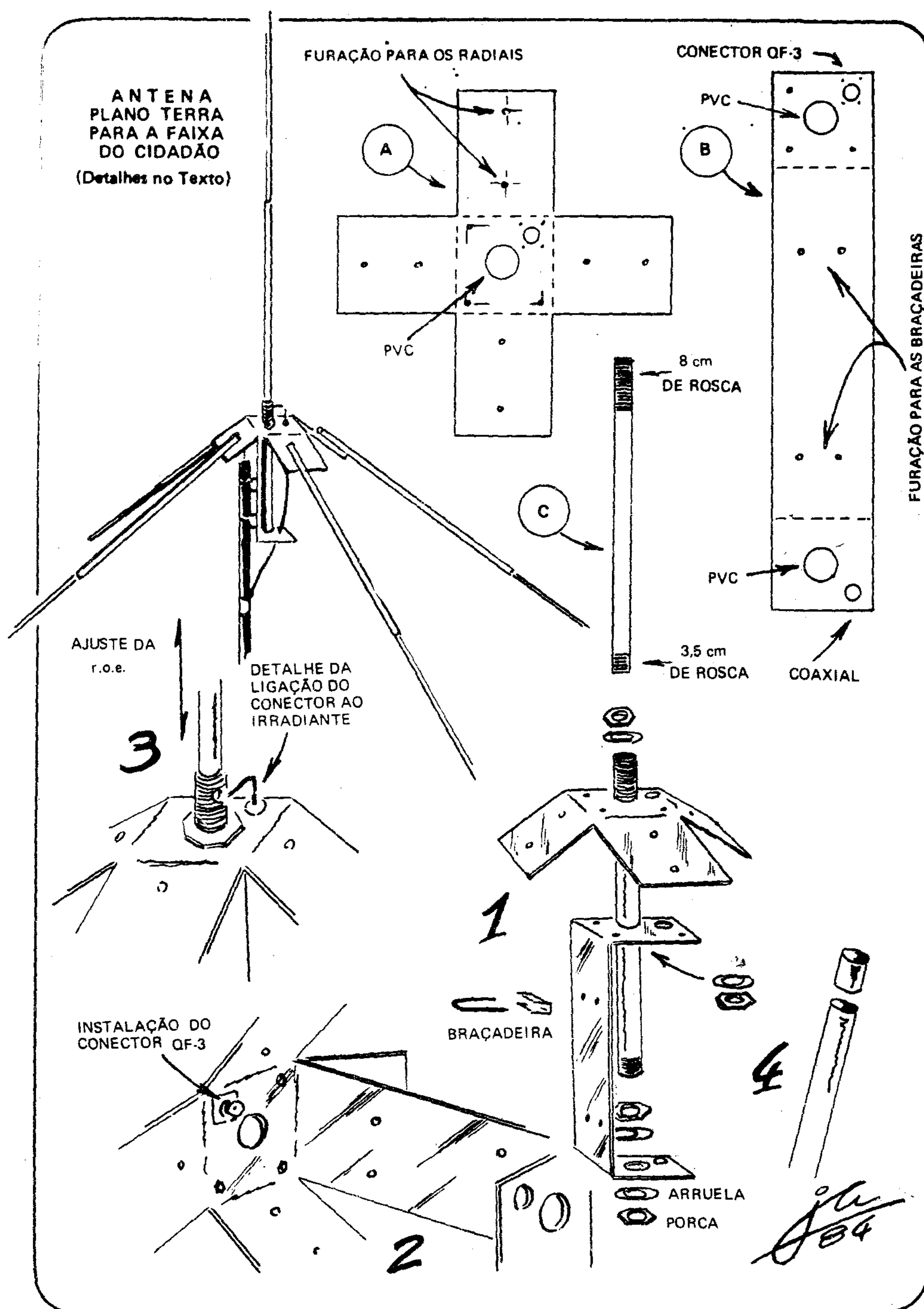
Ainda no quadro central risque linhas paralelas, a 2 cm das margens, e marque 3 furos de 1/8", que serão feitos na interseção das retas (veja o desenho). Na última margem faça o furo para o conector fêmea e quatro furos pequenos para sua fixação, que poderá ser feita com arrebites "pop", ou parafusos compatíveis.

Nos braços da cruz, marque o centro e faça dois furos de 1/8", distanciados 2 cm das extremidades, para a fixação dos radiais.

Feito isso, comece a peça "B", também no alumínio de 3/16", com 8 cm x 38 cm. Risque de tal forma que tenha nas extremidades dois quadrados de 8 x 8 cm e, no centro, um retângulo de 8 x 22 cm. Faça num dos quadrados a mesma furação da peça "A". No outro quadrado faça apenas os furos do tubo de PVC e do conector, que será a passagem do coaxial (veja o desenho).

Esteja certo de que a furação coincide, perfeitamente, com aquela feita no centro de "A". No retângulo de 8 x 22 cm, no centro de "B", faça quatro furos para as braçadeiras, distanciados 5 cm das linhas de dobra (pontilhadas, no desenho).

Agora que toda a furação está pronta, dobre os braços da cruz ("A") até que fiquem com uma inclinação de 45°, em relação ao quadro central. Dobre "B", fazendo com que os quadrados nas extremidades fiquem em ângulo reto, em função do retângulo central (mais uma vez, veja o desenho).



Fixe, então, as peças "A" e "B", com os parafusos de 3/16", de latão, cuidando para que os furos centrais e do conector fiquem perfeitamente certos. Aperte bem os parafusos e instale o conector fêmea (QF-3) (Desenho 2). Encaixe o tubo de PVC (C), tendo o cuidado para que a rosca maior (8 cm) fique para cima. Fixe o tubo com arruelas e porcas de plástico, conforme o desenho "1".

As medidas dos elementos não constam do projeto porque o leitor poderá adotar aquelas dadas no texto do artigo, para antenas de 1/4 de onda. Para antenas maiores o tubo de PVC deverá ser substituído por outro que aceite um alumínio mais grosso.

Se adotar uma bitola que fique frouxa dentro do tubo de PVC, use um pedaço de mangueira plástica (neoprene), com 20 cm de comprimento, para servir de "luva", no irradiante. Se houver necessidade, aqueça o neoprene para que deslize sobre o alumínio. Depois, introduza-o no tubo de PVC. Ele deverá entrar quase sem folga, mas deslizando com facilidade, para o posterior ajuste

da estacionária. Se precisar, lixe internamente o tubo de PVC, com lixa grossa, para ferro. Feche a parte inferior do tubo com um batoque de madeira, ou uma tampa plástica apropriada, com um furo no centro, para que não haja acúmulo de umidade.

O próximo passo será fazer um furo na parte superior do tubo de PVC, a 3 cm do topo. Aparafuse ali um terminal ligando o pedaço de fio 14 e solde-o à parte central do conector. Esse parafuso, mais tarde, deverá perfurar o irradiante, fixando-o na altura própria para uma r.o.e. mínima. O fio deve ser o mais curto possível. Esteja atento para que o pino central do conector não entre em contato com parte alguma da carcaça da antena (Desenho 3). O conector, por sua vez, deve ser instalado na parte interna de "B", de modo que o coaxial seja ligado pela parte de baixo (Desenho 2).

A montagem dos elementos está descrita no texto do artigo e não apresenta dificuldades. Feche a extremidade superior do irradiante, para impedir a entrada de água, e envolva o conjunto dos conectores, depois de instalado o coaxial, com massa de vedação, para evitar a umidade (Desenho 4).

O resto é rotina. Depois de montada a antena, confira as fixações, inclusive das partes que formam os elementos telescópicos, para ver se não esqueceu nenhum parafuso frouxo.

Se tudo estiver correto, instale a antena no mastro, verifique a estacionária e mande brasa. Após as instruções de montagem da Ringo, há certas dicas interessantes.

A RINGO

LISTA DE MATERIAL

1 tubo de alumínio, de 1 1/2" de diâmetro e 30 cm de comprimento,
1 tubo de neoprene (mangueira de jardim), com 22 cm de comprimento e 1 1/2" de diâmetro,
4 tubos de alumínio, com 1,35 m de comprimento e as seguintes bitolas: 7/8", 3/4", 5/8" e 1/2",
8 parafusos auto-atarraxantes de 1/8" x 7/16",
1 conector fêmea (QF-3),
2 pedaços de alumínio de 1/8" de espessura, com 3,5 x 17,5 cm,
1 braçadeira circular de 2",
1 pedaço de 2,5 cm, de perfil de alumínio, em "U", com 3 cm de altura,
1 pedaço de 20 cm de fio 12, encapado, ou arame de alumínio de 1/8",
1 pedaço de tubo de alumínio de 3/8", com 1 metro de comprimento.

A CONSTRUÇÃO

Inicie a construção fazendo numa das extremidades do tubo de alumínio de 1 1/2" quatro cortes, com 7 cm de comprimento, formando um "X". Essa parte ficará para baixo depois da antena pronta e facilitará seu encaixe no mastro (Desenho 1). Introduza, então, o tubo de neoprene, de forma que 2 cm fiquem para fora do tubo de alumínio, na sua parte superior.

Vamos, agora, fazer o anel de sintonia. Ama uma das pontas do tubo de 3/8", com o alicate, a morsa (veja o desenho). Depois encha o tubo areia, tampe a outra extremidade com um batoc de madeira e vá dobrando-o em torno de um ob to redondo (uma manilha, por exemplo), vagaro mente, até fechar um círculo de 30 cm de diân tro. A areia dentro do tubo impedirá que ele fiq enrugado na parte interna do anel.

Corte o excesso de tubo, retire a areia e ama igualmente a outra ponta. Fure, então, ambas extremidades com broca de 1/8" (Desenho 2).

Nos pedaços de alumínio de 3,5 x 17,5 c ("A" e "B") faça a furação marcada, sendo q num deles será instalado o conector fêmea (QF- A peça "A" será fixada ao irradiante. A outra pe ("B"), onde está o conector, será aparafusada tubo de 1 1/2", que é o tubo-base (veja o des nho). Para ambas as fixações dobre "A" e "B" 2 cm da extremidade, em ângulo reto.

Para a peça de ajuste, abra, nas laterais do pe fil em "U", um furo de 1/8" e abra rosca, na part inferior, para um parafuso também de 1/8" (Des nho 3). Os furos laterais receberão o fio 12 encapa do, ou o arame de alumínio de 1/8", que será lig do ao pino do conector fêmea (veja o desenho).

E chegamos ao irradiante. No Desenho 4 é mo trada a sua instalação. Introduza-o 20 cm no tu bo-base, deixando 10 cm para o encaixe no mas tro. Faça dois furos no tubo-base: um deles fixar a peça "B", a 1 cm da extremidade e o outro 6 cm abaixo, fixará a parte inferior do irradiant ao tubo-base.

O IRRADIANTE

Cada pedaço de tubo que compõe o irradiant deverá ser introduzido 13 cm no tubo imediata mente mais grosso, de tal forma que a peça, depois de pronta, tenha 5,50 cm. Como 20 cm ficarão dentro do tubo-base, o leitor terá 5,30 cm de irradiante exposto. Se tiver dificuldade nos encaixes, lixe os tubos até que possam ser introduzidos com facilidade. Em seguida fure-os e aparafuse-os com os parafusos auto-atarraxantes de 1/8" x 7/16".

O AJUSTE DA PLANO-TERRA E DA RINGO

O ajuste da Plano-Terra é feito mediante o deslizamento do irradiante, com o fim de reduzir a estacionária. Ao instalar o irradiante introduza-o 20 cm no tubo de PVC e faça a leitura da r.o.e. Se estiver alta, afrouxe o parafuso na parte superior do tubo de PVC, deslize o irradiante para cima, alguns milímetros. Fixe o parafuso e volte a fazer a leitura. Se a estacionária baixou, deslize novamente o irradiante para cima mais alguns milímetros, até achar a indicação mais baixa (Desenho 3).

Na Ringo, deslize a peça de ajuste ao longo do anel, para a direita, ou esquerda. Esse deslocamento deverá ser, também, de poucos milímetros. Aperte o parafuso de fixação, faça a leitura da r.o.e. e veja se a estacionária baixou. Se subiu, deslize a peça na direção contrária à anterior, até achar a melhor marca.

:nia. Amasse
ɔ alicate, ou
-a o tubo de
ɹm batoque
de um obje-
c), vagarosa-
n de diâme-
:ue ele fique

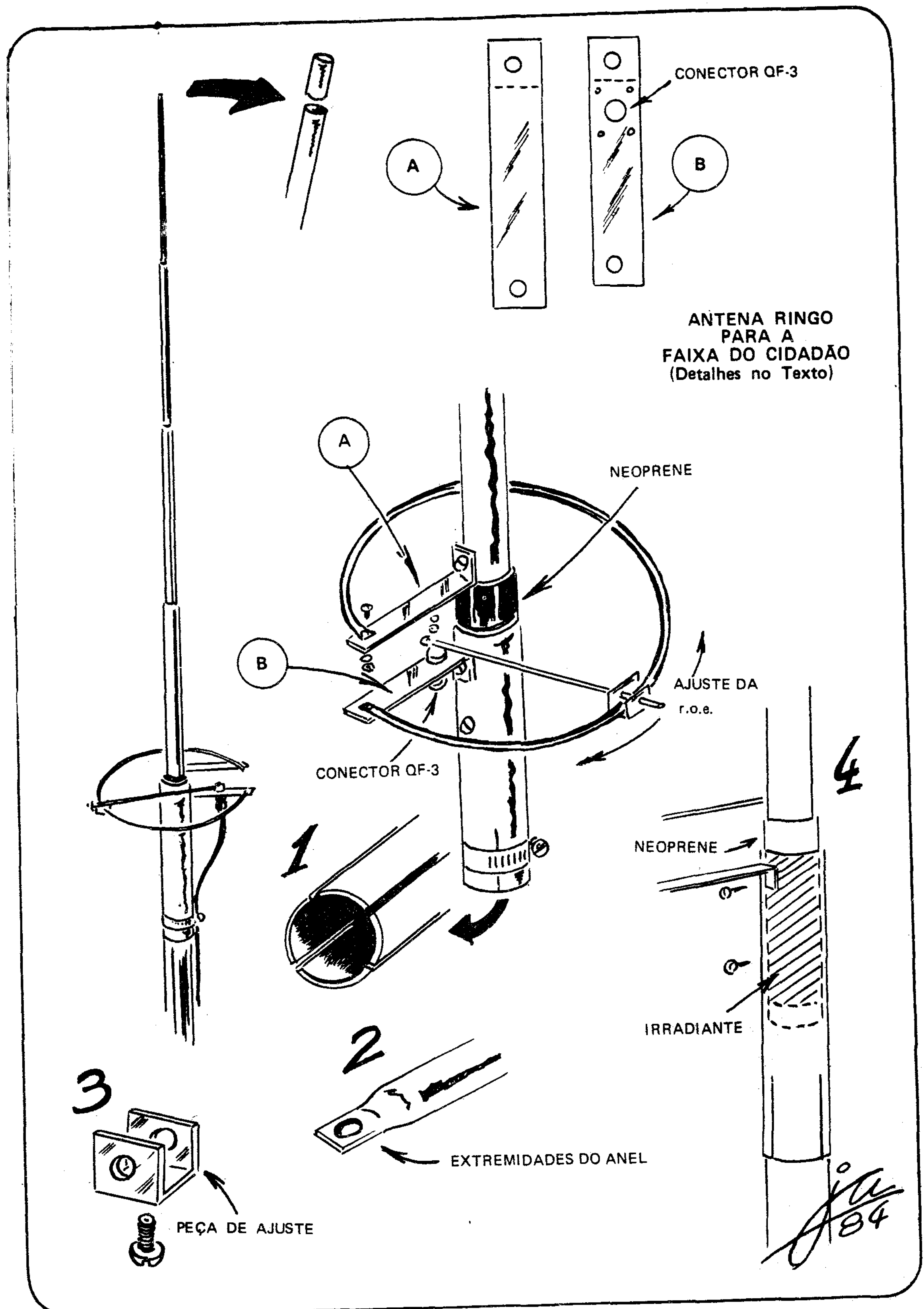
:ia e amasse
c, ambas as
-ho 2).
‹ 17,5 cm
sendo que
-ea (QF-3).
outra peça
-afusada no
eja o dese-
-" e "B" a

:is do per-
:, na parte
8" (Dese-
2 encapa-
: será liga-
:enho).
c 4 é mos-
:m no tu-
: no mas-
:les fixará
: o outro,
rradiante

-radiante
nediata-
:a, depois
- ficarão
- de irra-
:ncaixes,
dos com
:-os com
16".

:INGO

: o desli-
:zir a es-
-oduza-o
:.o.e. Se
:uperior
:ma, al-
: fazer a
:vamen-
netros,
:).
:ngo do
:camen-
netros.
:ura da
:u, des-
or, até



O AJUSTE DO SISTEMA

Antes de ajustar qualquer antena, convém aferir a linha de transmissão. Isto porque nem sempre os cabos coaxiais condizem com a impedância característica informada pelo seu fabricante.

Instale o cabo entre o "shack" e a antena. Porém, em vez de ligar logo a antena ao cabo, ligue o extremo superior deste a uma carga resistiva (ou "antena fantasma"), que tenha valor igual à impedância do cabo — neste caso, 50 ohms.

Intercale, entre o transmissor e o cabo, o seu ressonímetro (medidor de r.o.e.). Faça a medida: se você achar 1 : 1, parabens ao fabricante do cabo, e a você. Pode tratar logo de ligar e ajustar a antena.

Contudo, se a leitura foi muito diferente de 1 : 1, não há outro remédio se não partir para um cabo com comprimeto elétrico que seja múltiplo de meia onda. Vá cortando o cabo de meio em meio centímetro até achar a mais baixa leitura de estacionária. Depois, ligue o cabo à antena, e faça nova medição. A estacionária que, por ventura, tiver que ser ajustada, será, apenas, a proveniente da antena, uma vez que a do cabo já foi corrigida.

DUAS DICAS FINAIS

1º) Não persiga cegamente a marca de 1:1,1 n medidor de estacionária. Evidentemente, o oper dor deve buscá-la, mas nem toda antena é cortad para uma estacionária tão baixa e possuímos cat logos americanos em que certas antenas (magníf cas, por sinal) apresentam r.o.e. de 1:2. Nosso pa trão-amigo PY1AFA, Gilberto, às vezes dá uma d filósofo e diz que enquanto você persegue o ótimo deixa de curtir o bom, e é uma verdade abissal. As sim, contente-se com uma estacionária máxima d 1:1,5, ou mesmo 1:2, uma vez que muita gent opera com todos os 60 canais, sendo material mente impossível obter menos que isso "de pont a ponta".

2º) Depois de pronta a antena escolhida, ante da instalação definitiva, lave-a com sabão, deter gente ou redutor, para desengordurá-la. Procure então, não pegá-la mais com as mãos nuas. Depoi das peças secas, aplique uma demão de verniz "Sparlack", espalhando bem. Isso protegerá o alumínio da oxidação, por um tempo bem maior do que se ficasse descoberto, sem influir no desempenho da antena. *Mas, note bem*: dê, apenas uma demão de verniz, sem deixar escorrer. Deixe secar por 24 horas e faça a montagem definitiva.

ANTENA INVISÍVEL

Você não tem lugar para botar uma antena? Quem foi que disse?...

Aprenda que o ótimo é o inimigo do bom, como diz o G[illegible] e se você não pode ter o ótimo, pode ser o bom ajudando você a fazer seu rádio.

Quem trouxe esta "bomba" foi a Jacquelyn [illegible] WA9BBX, pela revista "73" de maio de [illegible] com tudo explicadinho, resolvendo sua pendenga com o síndico lá do edifício.

O segredo é uma antena feita toda com cabo coaxial e dipolo, mas com seu "balum" próprio, realizando o perfeito casamento da antena com a linha de alimentação.

E a Jacquelyn usou suas antenas... dentro do seu apartamento (!), presas ao teto de quartos e salas, com feitio de U invertido, aproveitando ao máximo as partes horizontais e deixando pendentes as extremidades das antenas, afastadas de objetos metálicos grandes.

Como a parte de cobertura do coaxial é isolante e permanece na antena, há redução de carga estática, dando um rendimento superior às dipolos comuns, e o casamento de impedância dá característica de banda larga à antena de coaxial.

Tomemos a antena de 40 m, como exemplo: usar cabo coaxial RG8U ou RG58AU, que é mais leve e fácil de trabalhar. A medida do cabo é de 10,20 m, e, para começar, remover 2,5 cm. da capa de vinil preta sobre a malha, exatamente no meio do cabo coaxial, ficando, pois, aparente a malha. A seguir, com cuidado para não ferir a parte do isolamento interno, cortar a malha exposta bem no centro da medida. deixando, pois, 1,25 cm para cada lado. Cuidadosamente, puxe a malha para formar uma torcida, que será o ponto de alimentação futuramente.

Do meio do isolamento exposto, até cada ponta, deve haver 5,10 m. Isto feito, remova 2,5 cm da capa de vinil de cada extremidade da antena, e puxe a malha para cima do cabo coaxial, deixando aparecer a parte de isolamento interno, que deverá ser cuidadosamente removido, com atenção especial para não cortar o fio "vivo" central do cabo coaxial. Raspe um pouquinho o fio que ficou exposto, vire novamente a malha para sobre o fio, enrole-a sobre o mesmo, e solde bem.

Isto deve ser feito nas duas extremidades da antena.

Agora, corte dois pedaços do cabo coaxial com 4,40 m cada. Remova 2,5 cm da cobertura preta de vinil de todas as 4 pontas, dobre a malha sobre o coaxial, remova cuidadosamente o isolamento interno, deixe expostas as pontas do fio "vivo", vire novamente a malha sobre o fio exposto, enrole-a sobre o fio, e aí estão as duas partes finais a serem adaptadas à antena anterior.

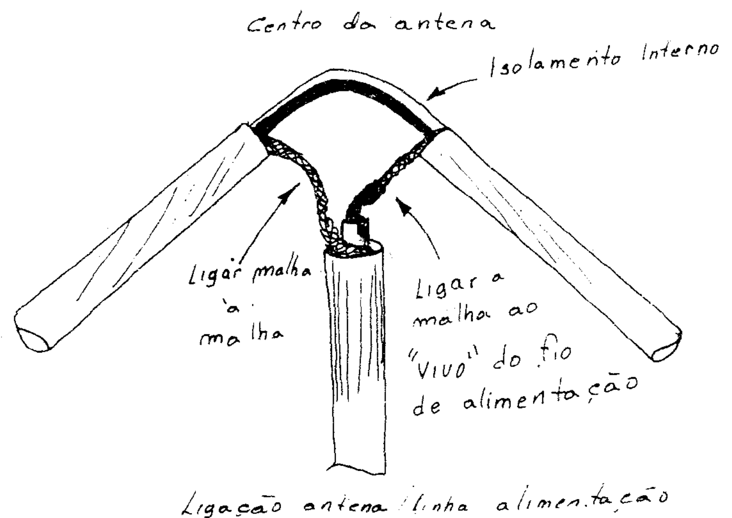
Solde cada uma destas partes às duas extremidades da antena anterior, ficando as extremidades livres, com o fio e malha apenas "unidos" (sem soldar), para o necessário (ou não) corte progressivo, para ajuste de sintonia, após a ligação da linha de alimentação.

A linha de alimentação deve ser do mesmo coaxial usado, e pode-se usar então qualquer comprimento desejado, pois, estando "casada" a impedância, isto é possível. O "vivo" da linha é soldado a uma das "torcidas" da malha no centro da antena, e a malha da linha é soldada a outra torcida da malha no centro da antena. Todas as partes expostas devem ser perfeitamente isoladas, inclusive contra umidade e água.

Para prender a antena, usar fio simples de náilon, várias laçadas sobre o vinil preto, pois, ao ser puxado, o náilon aperta firmemente as laçadas.

Uma vez acertado o corte das extremidades para r.o.e. mínima, soldar o "vivo" na malha, o que completa o serviço.

Bem, a Jacquelyn usou esta antena uns dois anos, caçou 121 países no DXCC, os diplomas WAC (Worked All Continents), e o WAS (Worked All States).



Ligação antena / linha alimentação

Medidas para as demais faixas: 80 m — 18,60 m no centro e mais 9 m para os "baluns" laterais (cada); 20 m — 5,40 m no centro e 2,40 m para cada lateral; 15 m — 3,40 m no centro e 1,90 m para cada lateral; 10 m — 2,60 m no centro e 1,40 m para cada lateral.

Bem, agora você já tem algumas antenas, pouquíssima TVI... e tudo invisível, pois está trancado dentro de seu apartamento...

UTILIZANDO A "ANTENA INVISÍVEL"

Um radioamador relata como realizou, para a faixa de 40 m, a "antena invisível" feita de cabo coaxial.

Inspirando-me no artigo com o título acima, à página 41 desta Coletânea, interessei-me pelo assunto, pelo fato da antena descrita ser de fácil construção e instalação. Animado com a idéia, botei mãos à obra, e preparei-me para construir uma antena invisível para operar na faixa dos 40 metros. Comprei 30 m de cabo coaxial RG 058 — 50 Ω, pelo fato do mesmo não ser muito pesado, um conector com redutor, e passei à confecção da antena, conforme descrição a seguir:

- Cortei um pedaço do cabo coaxial com 10,20 m de comprimento, para a antena, e mais dois pedaços com 4,40 m de comprimento cada um, para os baluns laterais. Em seguida, dividi o pedaço maior pelo meio e tirei 2,5 cm, da isolação externa, deixando a malha do coaxial exposta. Abri a malha, dividindo-a e preparando a ligação para o cabo de descida (Fig. 1);
- Com a sobra do cabo coaxial fiz a linha de alimentação, que neste caso ficou com 11 m de comprimento;

Obs. A grande vantagem desta antena é que o cabo de descida pode ter qualquer comprimento, sem interferir na estacionária.

- Nas pontas do cabo da antena e dos cabos dos baluns, retirei 2,5 cm da isolação externa, virei a malha sobre o próprio cabo e retirei a isolação interna (proteção do "vivo" — Fig. 2); em seguida, voltei novamente a malha sobre o "vivo", curto-circuitai do-os e soldando-os, com exceçã das extremidades dos baluns, qu deixei para uma redução ou aı mento do tamanho para acerto d freqüência de ressonância;
- Interliguei a linha de alimer tação no centro da antena (Fig. 3 e isolei todas as emendas cor fita isolante de autofusão, apl cando, em seguida, massa "Dur€ pox" sobre as mesmas para ev tar a penetração de umidad (Fig. 4), procurando dar no cer tro da antena a forma de um isc lador central, que já iria facilita

TABELA I

Freqüência kHz	r.o.e.
7300	1,5 : 1
7250	1,4 : 1
7200	1,3 : 1
7150	1,2 : 1
7100	1,1 : 1
7050	1,2 : 1
7000	1,3 : 1

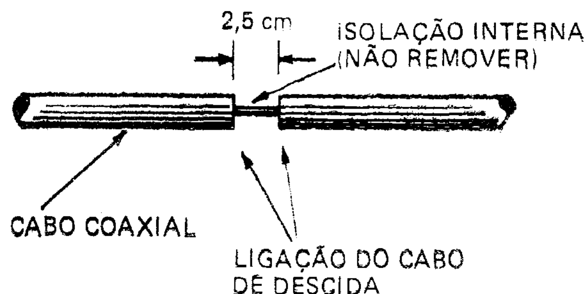


FIG. 1 — Foi retirado 2,5 cm da isolação externa para a ligação do cabo de descida.



FIG. 2 — Nas pontas do cabo da antena e dos baluns foram retirados 2,5 cm do isolamento externo, dobrada a malha e retirado o isolamento do condutor central.

ro-circuitan-
om exceção
baluns, que
ção ou au-
a acerto da
ncia;
de alimen-
ena (Fig. 3),
endas com
rusão, apli-
assa "Dure-
s para evi-
e umidade
ar no cen-
de um iso-
ia facilitar

r.o.e.
1,5 : 1
1,4 : 1
1,3 : 1
1,2 : 1
1,1 : 1
1,2 : 1
1,3 : 1

ligação

n reti-
tirado

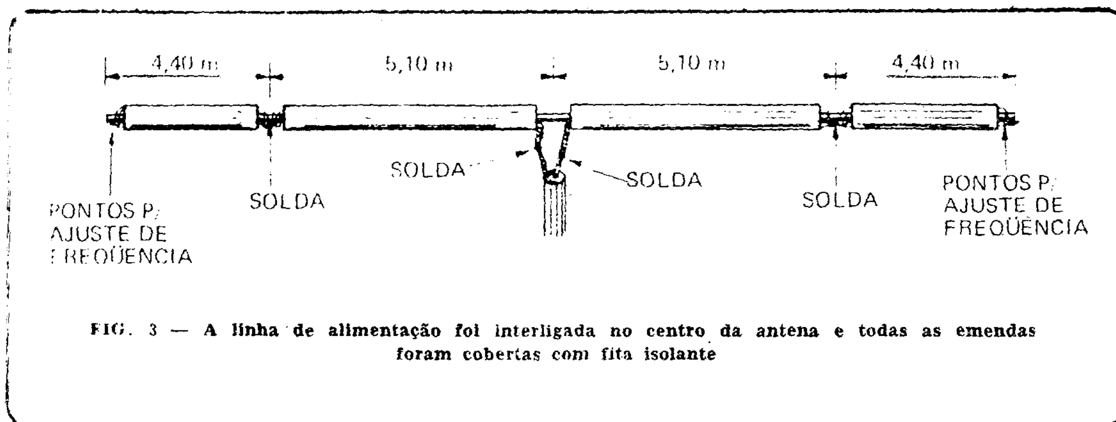


FIG. 3 — A linha de alimentação foi interligada no centro da antena e todas as emendas foram cobertas com fita isolante

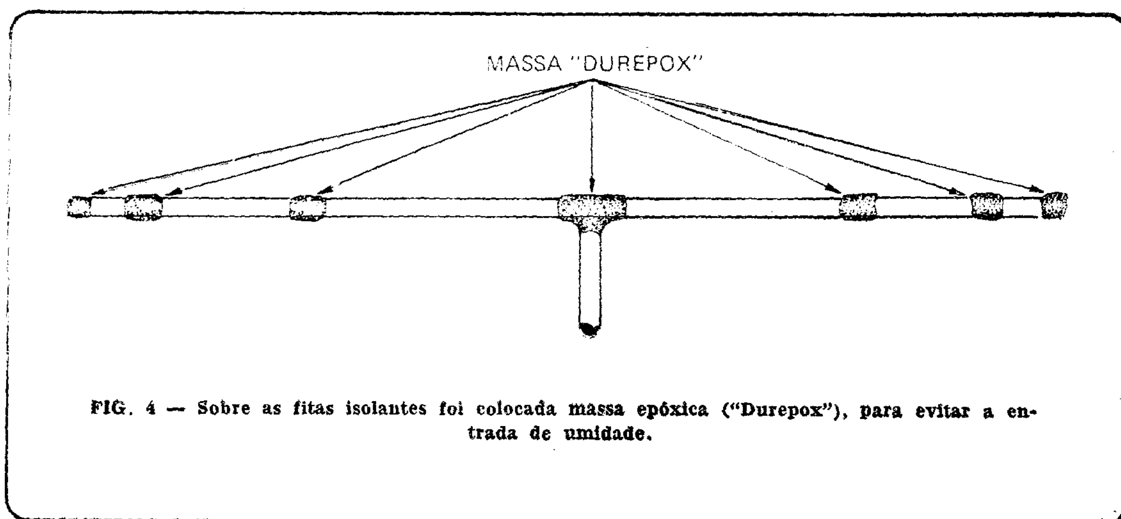


FIG. 4 — Sobre as fitas isolantes foi colocada massa epóxica ("Durepox"), para evitar a entrada de umidade.

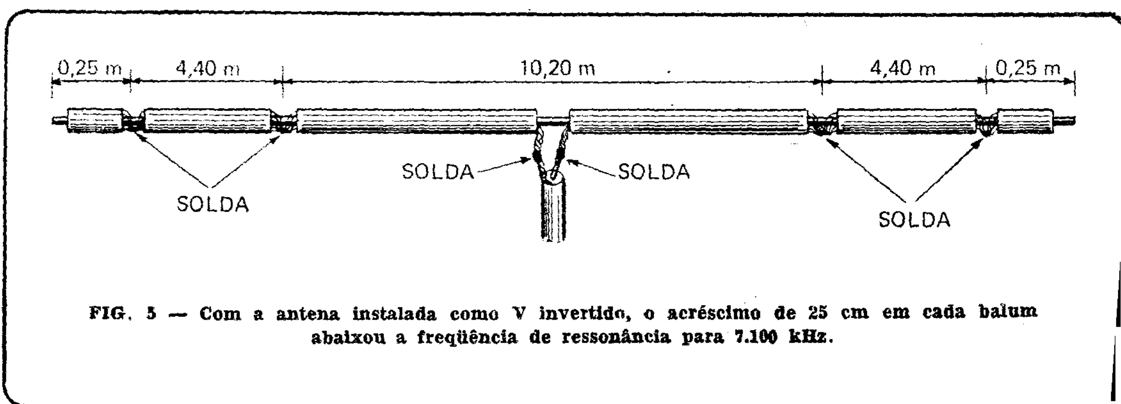


FIG. 5 — Com a antena instalada como V invertido, o acréscimo de 25 cm em cada balum abaixou a freqüência de ressonância para 7.100 kHz.

sua fixação no caso de instalá-la como V invertido.

Bem, a antena estava pronta. Restava testá-la.

Os testes foram feitos no "shack" de meu mano, PY2RDF — Gilberto, em Jaboticabal. Instalada como dipolo, a antena invisível apresentou freqüência de ressonância em 7.100 kHz, com uma r.o.e. de 1,1:1. Instalada como V invertido, a freqüência de ressonância subiu para 7.400 kHz, sendo então necessário aumentar-se 25 cm no comprimento de cada balum.

DETALHE: O aumento nos baluns foi feito da mesma forma como estes foram construídos, isto cada pedaço de 25 cm foi pr rado como um minibalum (Fig

Com esse aumento, a an invisível, instalada como V in tido, teve sua freqüência de sonância abaixada para 7.100 Vale a pena frisar que, em a as instalações, como dipolo

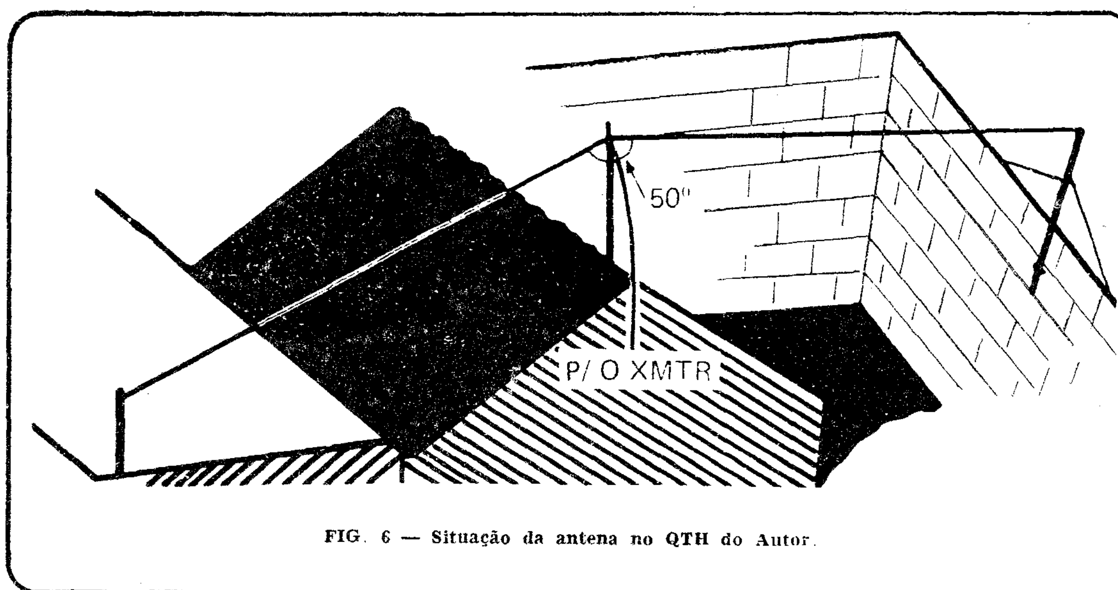


FIG. 6 — Situação da antena no QTH do Autor.

como V invertido, a variação da r.o.e., para cima ou para baixo da freqüência de ressonância, foi muito baixa (Tabela I), o que permitiu que se operasse em toda a faixa dos 40 m sem a necessidade de se utilizar acopladores de antena.

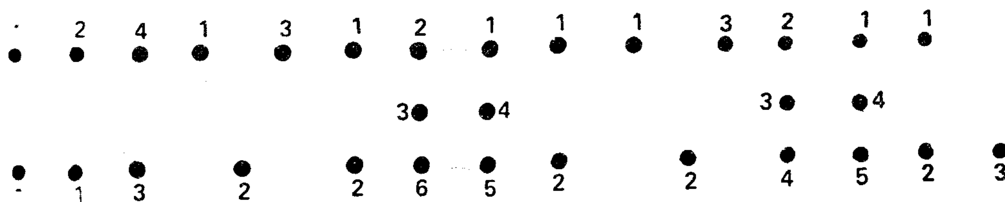
Após essas experiências no "shack" de PY2RDF, trouxe a antena para experimentar no meu próprio "shack", aqui em Ilha Solteira. Inicialmente pendurei-a nos batentes das portas internas da casa, a uma altura de 2 m, e chamei geral, sendo contestado por PP5EK, Rudi, por Porto União, SC, colocando um sinal de 4/5. Isso muito me animou, e aí fiz a instalação definitiva sobre meu QTH. Ela não ficou caracterizada nem como dipolo, nem como V invertido, pois no centro ficou formando um ângulo de aproximadamente 150° (Fig. 6).

Não usei isoladores para fixação, prendendo-a com corda de náilon aos pontos de fixação, amarrando-a com o chamado "nó de porco".

Tenho feito bons QSO, e espero que a minha experiência possa servir para os companheiros que pretendem uma boa antena para operarem na faixa dos 40 m. Em breve farei experiências com a "Antena Invisível" para a faixa dos 80 m. Se o resultado, também, for bom, relatarei para os companheiros da R.B.R.

Obs. Todos os desenhos foram feitos sem escala.

antena



para 80 m*

* (Ligue os pontos em seqüência numérica)

Versão, para faixa de 80 metros, de uma antena que é eficiente, mesmo se instalada sob forros ou telhados.

[illegible] o sucesso da "Ante[illegible]vel" para a faixa dos [illegible] pág. 42 desta Cole[illegible] resolvi fazer a mesma [illegible]ência com a antena pa[illegible] dos 80 m. O resultado [illegible], pois consegui uma an[illegible] permite sua instalação [illegible] configurações, apre[illegible] sempre um bom rendi[illegible], o que é mais importan[illegible] a utilização de **Acoplado[illegible] Antena.** Sua construção é [illegible] à da antena para 40 m [illegible] na **AN-EP** citada aci[illegible] variando-se apenas as [illegible], é claro. Vale a pena [illegible] que esta, a exemplo [illegible], é totalmente con[illegible]ada com cabo coaxial RG [illegible] – 50 Ω. Desde que correta[illegible] ajustada (como descrito [illegible]ante) seu cabo de desci[illegible] poderá ser de qualquer com[illegible] de acordo com a neces[illegible] da instalação.

[illegible] sua construção adquiri [illegible] cabo coaxial citado, um [illegible] com redução, quatro [illegible]es tipo castanha (de ny[illegible] procedi da seguinte manei[illegible]

– Cortei um pedaço do cabo [illegible] 18,60 m para a seção cen[illegible] antena e dois pedaços de [illegible] – para confecção do que a [illegible]a" da antena, da "antena invisível", WA9BBX, chamou de "baluns" (**E-P**, jan/fev 1982, p. 63), sobraram 12,80 m de cabo, que utilizei no cabo de descida (linha de alimentação), que, como dito há pouco, pode ter qualquer comprimento.

– Em seguida, encontrei o centro do pedaço de 18,60 m e retirei 2,5 cm de isolação externa deixando a malha exposta, logo após, abri a malha no centro, preparando assim as ligações para o cabo de descida (Fig. 1).

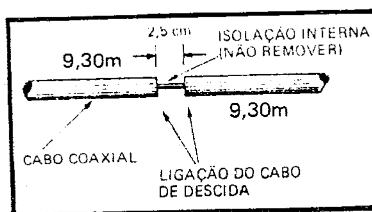


Fig. 1 – Esta é a seção central da antena; foram retirados 2,5 cm da isolação externa no centro do cabo, para ligações do cabo de descida.

– Nas pontas do cabo da antena e dos "baluns" retirei 2,5 cm da isolação externa, virei a malha sobre o próprio cabo e retirei a isolação interna (proteção do vivo), fig. 2, em seguida, voltei novamente a malha sobre o condutor central (vivo) curto-circuitando-os e soldando-os,

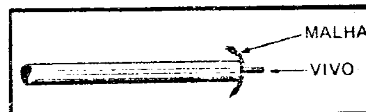


Fig. 2 – Nas extremidades da seção central da antena e dos "baluns" foram retirados 2,5 cm de isolação externa, dobrada a malha sobre o cabo e retirada a isolução do condutor central.

– Interliguei os "baluns" nas extremidades de antena e a linha de alimentação no seu centro – fig. 3 – isolei todas as emendas com fita isolante de autofusão, aplicando, em seguida, massa de "Durepox" sobre as mesmas para evitar a penetração de umidade – fig. 4 – procurando dar no centro a forma em "T" de um isolador central.

Bem, a antena estava pronta, restava ver se funcionava.

Os testes foram realizados no meu próprio QTH e, por falta de espaço, a antena foi instalada como se fosse a letra "U" deitada tendo sua base na forma de um "V" invertido – fig. 5 – com um ângulo de aproximadamente 150°.

Para os ajustes da freqüência de ressonância dobrei as pontas dos "baluns" paralelamente sobre si mesmo, até o tamanho

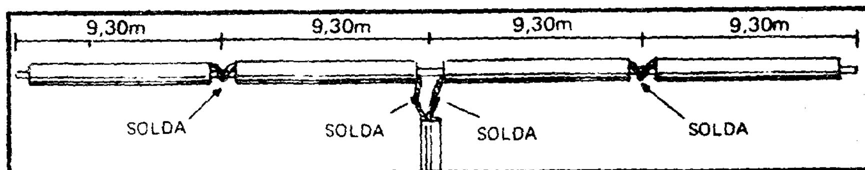


Fig. 3 – Os "baluns" foram ligados às extremidades da seção central da antena e a linha de transmissão ao centro da mesma. Todas as emendas foram cobertas com fita isolante.

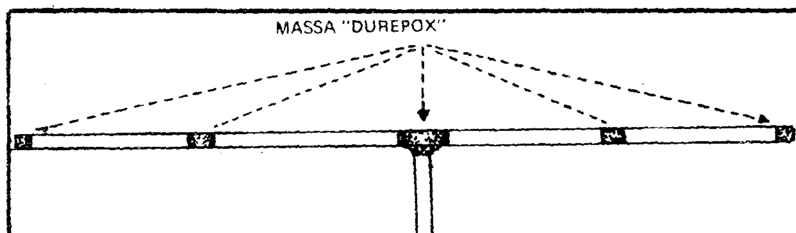
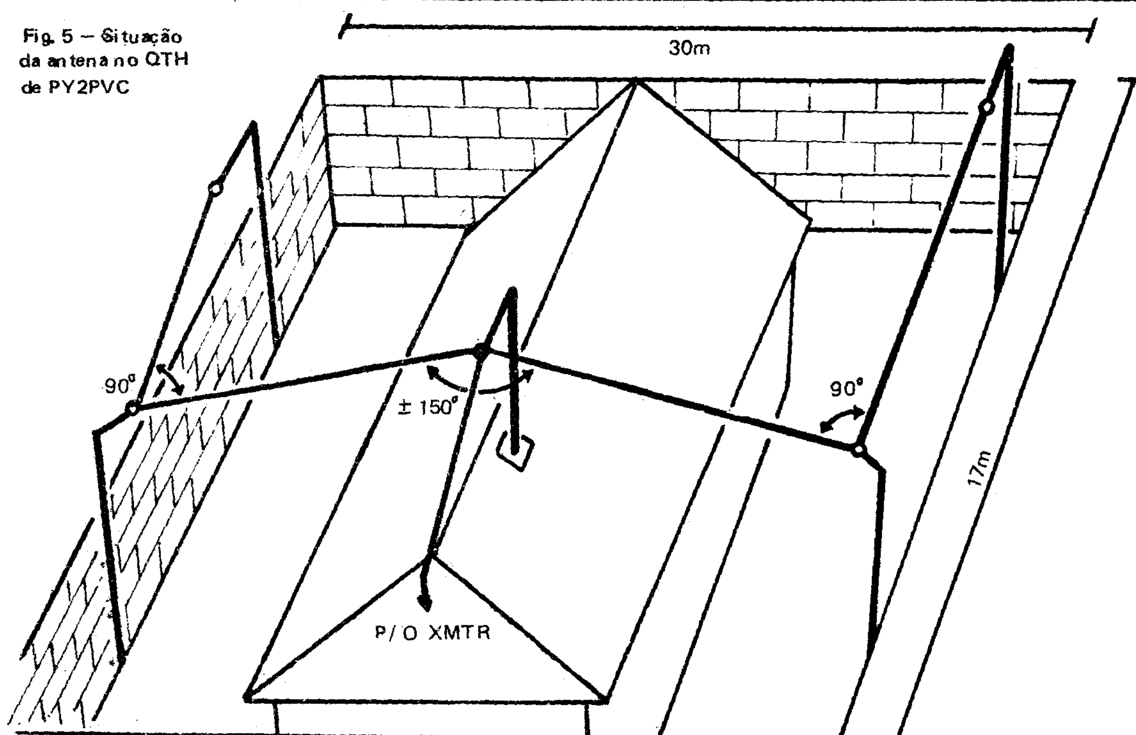


Fig. 4 – Sobre as fitas isolantes foi colocada massa epóxica (Durepox) para evitar a entrada de umidades. Obs.: antes de aplicar massa epóxica nas pontas dos "baluns", convém colocar isoladores, tipo castanha, para fixação da antena. Outra solução é embutir na massa a extremidade de laços de tralha de nylon ou propileno, com igual finalidade de fixação da antena.

Fig. 5 – Situação da antena no QTH de PY2PVC



(comprimento físico) da antena permitiu uma r.o.e. de 1:1 na freqüência de 3.700 kHz, que eu havia estabelecido ser a freqüência de ressonância para minha antena.

A seguir fiz o teste nas demais freqüências da faixa dos 80 m e obtive os resultados da Tabela 1.

Após os testes, comecei a operar pela faixa e já fiz muitos QSO sempre com boas reportagens dos meus comunicados, apesar de operar com um "rádio" que joga apenas 40 W no E'ter – HI, HI, HI, HI, . . .

Espero que os companheiros que resolverem construir a **antena** tenham tanta sorte quanto eu e muitos outros operadores da faixa que já a estão utilizando.

Para finalizar, uma explicação: esta antena foi chamada de "invisível" neste e nos artigos citados pelo fato de poder ser instalada sob forros ou telhados e, ainda assim, oferecer um rendimento razoável. (☐ OR2545)

TABELA I

Freqüência kHz	r.o.e.
3.500	1,5 : 1
3.580	1,4 : 1
3.610	1,3 : 1
3.640	1,2 : 1
3.670	1,1 : 1
3.700	1,0 : 1
3.730	1,1 : 1
3.760	1,2 : 1
3.790	1,3 : 1
3.800	1,3 : 1

Um Acoplador para Antenas Unifilares "Longwire"

A antena unifilar de (pelo menos) 1/4 de onda, fácil de construir, proporcionará excelentes resultados se for utilizado o acoplador descrito neste artigo.

...tena "longwire", também ...ecida por "unifilar", ou ... "Marconi", talvez seja o ...s simples e antigo de an- ...ém de ser a de mais fácil ...ção. Funciona muito bem ...multifaixa, porém necessi- ... acoplador eficiente, e que ... a mesma nas faixas de

...ndo um ardoroso fã da ...ire" de longa data, experi- ... praticamente todos os ... imagináveis de acopladores, ... obtido resultados bastante ...eis com o do tipo "trans- ..." (Fig. 1), e uma versão ... que podemos apreciar na ... 2, cuja flexibilidade é bem ..., pois oferece duas modali- ...es ("Transmatch" + L), sendo ...selhado como um dos melho- ... acopladores, ou sintonizado- ... para uso geral.

Entretanto, na "longwire" ti- ... problemas em conseguir o ...to ótimo em todas as faixas, ... 80 aos 10 m. Variando a di- ...nsão da antena melhoram-se a...umas faixas em detrimento de o...tras, sendo os maiores proble- ...as nos 80 e 10 m.

Aqueles habituados com o a...juste de antenas sabem que, ...ando o casamento é perfeito, com o acoplador adequado, a sin- ...nia é fácil e larga, permitindo ...ma boa cobertura da faixa, bas- ...ando um retoque ocasional ...ando a incursão de freqüência é de certa magnitude. Costumo ...sar sempre um medidor de ... o.e. de indicação dupla, pois é ... mais prático, e permite ao ope- ...ador "sentir" o ponto correto de s...intonia pela observação simultâ- ...ea da "direta" e da "refletida".

Voltando à "longwire", e de- ...ois de muitas tentativas para conseguir o acoplador ideal para o caso, lembrei-me dos meus tem- ...os de Panair e dos equipamen- ...os Collins usados nos aviões DC-6 e DC-7, que utilizavam um acoplador automático ligado a uma "trailing antenna" (uma modali- dade de "longwire" escamoteá- vel) cobrindo a gama de 2 a 25 MHz. Este equipamento, de- nominado 180L2 e 180L3, é real- mente digno de ser visto. Embo- ra um tanto grande e valvulado (1955), ainda é um "senhor" equi- pamento, no que toca a acoplado- res automáticos.

Sempre foi um item caro no mundo do "surplus" nos E.U.A., e difícil de conseguir. Para minha surpresa, deparei com um anún- cio no 73 Magazine de julho de 1981, na página 159, da venda destas unidades por um preço bem acessível (US$ 119,50). Já existem atualmente à venda nos E.U.A. pelo menos dois mode- los de sintonizadores automáti- cos especiais para amadores, po- rém o preço é bastante "salga- do". Esta unidade Collins em apreço é realmente um primor da mecânica e eletrônica, e consta essencialmente de um indutor L1 (Fig. 3), que, na realidade, é um transformador de R.F. do tipo ro- tativo; outro indutor, L2, igual- mente do tipo rotativo, e um ca- pacitor a vácuo, de 7 a 1.000 pF. Todas estas unidades são aciona- das por motores miniatura do tipo reversível, orientados por um sensor de r.o.e. (refletida) que comanda um elaborado siste- ma de sensores e relés.

Após um demorado estudo do assunto (por felicidade, dis- ponho da literatura completa da Collins) resolvi fazer um modelo experimental, cuja operação ex- cedeu as minhas melhores expec- tativas, e creio ser a solução do problema da sintonia da "longwi- re". Substituí o transformador de R.F. (L1) por um indutor fixo, com derivações selecionadas por uma chave de onda (um pólo e onze posições). A Fig. 4 traz o arranjo que adotei.

É muito importante que esta chave seja de boa qualidade, de preferência de porcelana, pois as tensões podem assumir valo- res razoáveis no caso de um des- casamento, e é aconselhável usar

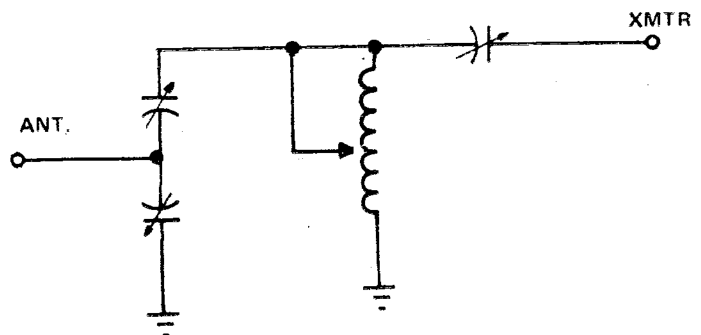


FIG. 1 — Circuito básico de um acoplador "transmatch" convencional.

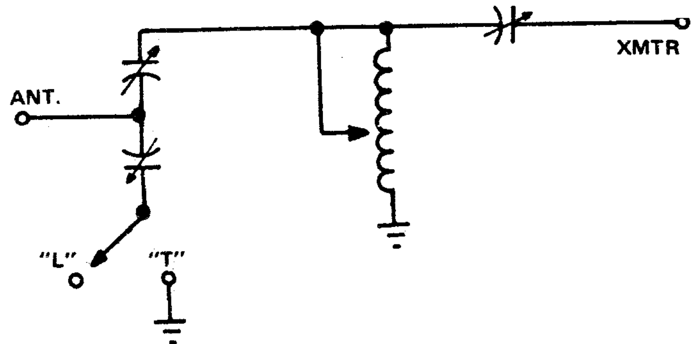


FIG. 2 — Acoplador "transmatch" modificado pelo Autor, que permite a modalidade "transmatch" ou "L".

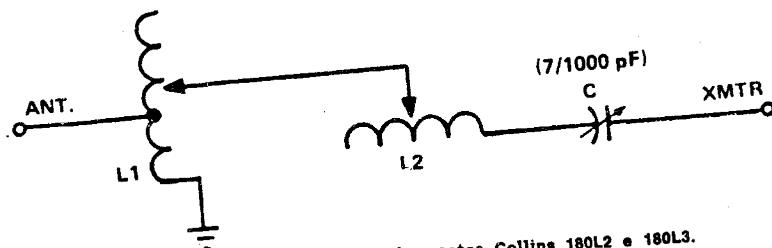


FIG. 3 — Acoplador usado nos equipamentos Collins 180L2 e 180L3.

sempre potência reduzida, quando do início da sintonia, para evitar problemas.

Como segundo indutor (L2), usei o indutor rotativo utilizado no meu "transmatch" caseiro, uma unidade removida de um transmissor sobra de guerra, porém de ótima qualidade e provido de um contador de voltas, o que é muito importante no caso, para retornar a um ponto predeterminado. O diâmetro do mesmo é de aproximadamente 2 1/4" (56,25 mm), e com trinta e seis espiras. Pela experiência, vinte e cinco espiras já satisfazem perfeitamente.

Como capacitor, utilizei igualmente os dois capacitores do "transmatch", duas unidades duplas de 250 pF por seção, todas ligadas em paralelo. Uma outra idéia seria usar um capacitor de 250 pF, adequado, e ligado a uma chave de onda de três posições que permita "paralelar" outros três capacitores de mica, de bom isolamento, de, respectivamente, 250, 500 e 750 pF (Fig. 4c). O Swan 350/500 usa este sistema no "Load Control" com ótimos resultados, proporcionando economia e menor tamanho físico, mesmo porque os capacitores deste tipo hoje são difíceis de encontrar (sem falar no preço...).

O indutor L1 foi enrolado em uma fôrma de porcelana de 2" (50 mm) por 5" (10 cm), com vinte e oito espiras de fio 14 (1,6 mm) e com as derivações, conforme ilustrado. A derivação, teoricamente central, é a entrada de antena. A montagem fica por conta do tamanho dos componentes e do gosto do montador, lembrando, apenas, que o capacitor deverá estar bem isolado do painel e os indutores (L1 e L2) devem ser posicionados formando um ângulo de 90° entre si, a fim de evitar auto-indução. Não há nada que impeça a utilização de um indutor fixo com derivações, do mesmo modo como L1. Porém, creio que o indutor variável, neste caso, é bem mais prático.

A antena usada pelo Autor tem o comprimento total de quarenta metros a partir do acoplador. O comprimento mínimo recomendado é de, pelo menos, 1/4 de onda da faixa mais baixa. Procurar manter a maioria da antena na parte horizontal, na medida do possível. No meu caso, a descida tem quinze metros, e a parte horizontal, vinte e cinco metros. Não tive nenhum caso de TVI, pois a indicação de r.o.e. é 1:1 em todas as faixas. O equipamento usado é uma velha linha S, da Collins, ou um KWM-2.

Os resultados obtidos com este acoplador foram tão bons que motivaram este modesto artigo, que é oferecido aos demais colegas interessados em antenas "longwire". A meu ver, o grande segredo do acoplador é o transformador de R.F. (L1) que, realmente, tem uma gama de impedância muito alta. Acredito que o mesmo poderá ter aplicação a muitos outros tipos de antena, como já pude comprovar.

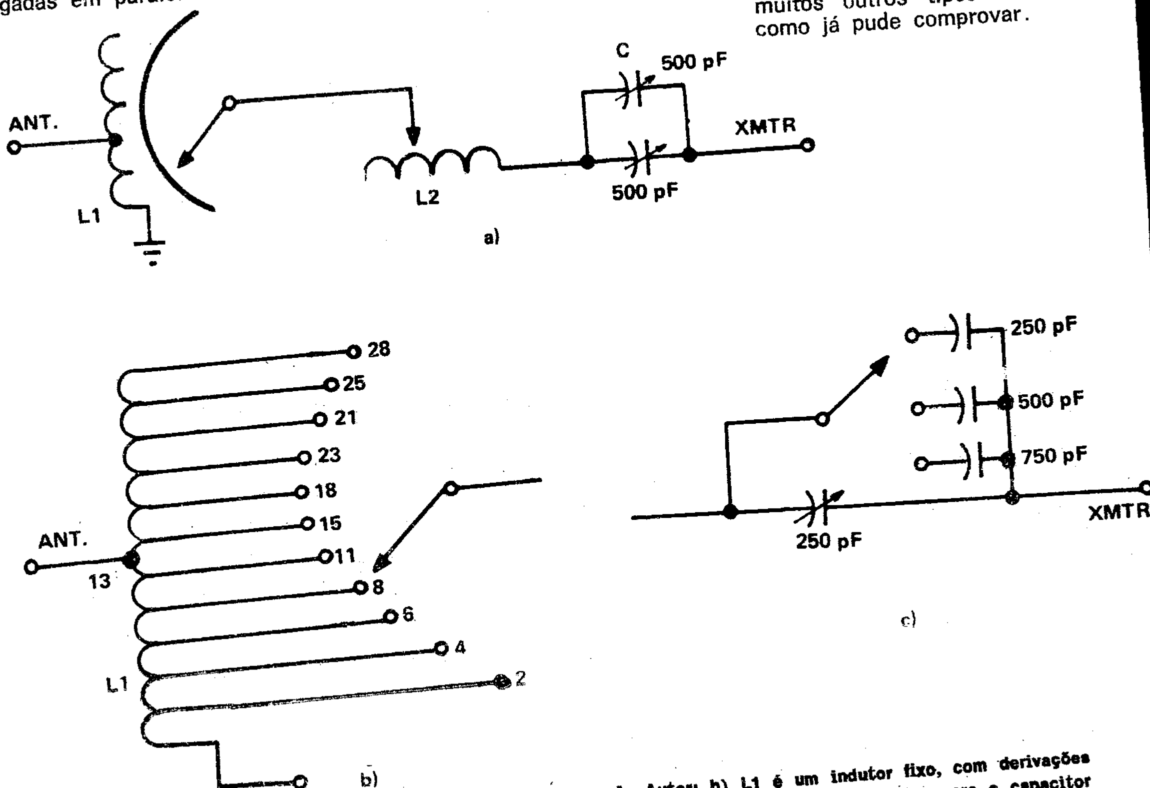


FIG. 4 — a) Diagrama básico do acoplador feito pelo Autor; b) L1 é um indutor fixo, com derivações que são selecionadas por uma chave de um pólo e onze posições; c) variante optativa para o capacitor do acoplador, conforme descrito no texto.

que o capa-
m isolado do
s (L1 e L2)
os formando
re si, a fim
ão. Não há
utilização de
derivações,
mo L1. Po-
tor variável,
ais prático.
pelo Autor
otal de qua-
do acopla-
mínimo re-
pelo menos,
mais baixa.
aioria da an-
ntal, na me-
meu caso, a
metros, e a
nte e cinco
nhum caso
ção de r.o.e.
xas. O equi-
e velha linha
KWM-2.
obtidos com
tão bons
modesto ar-
aos demais
em ante-
meu ver, o
coplador é o
F. (L1) que,
gama de im-
Acredito que
aplicação a
de antena,
var.

250 pF
500 pF
750 pF
XMTR

rações
acitor

ANTENA "LOOP MARCONI"

O Autor propõe uma antena compacta que, segundo suas observações, vem, há mais de dois anos, operando satisfatoriamente nas faixas de 10 a 80 metros.

O espaço físico, bem como outros fatores, têm causado profundos problemas ao radioamador quando se propõe a instalar uma antena de sua conveniência a

As dificuldades, entretanto, estimulam a criatividade e assim vêm à luz do dia as mais variadas soluções que sempre são boas, e, muitas vezes representam *a solução.*

Por acaso, havia necessidade de uma antena que fosse polivalente, para todas as faixas, e desse o mínimo de problemas na sua instalação. Pensei na antena Marconi, porém a literatura apresenta este tipo de antena sempre como LW-Marconi ("Long Wire" = fio comprido), o que, para as minhas possibilidades, estava fora de cogitação, já que não há possibilidade de instalar um dipolo, menos ainda uma "Long Wire".

Revirando tratados de engenharia de antenas, algo me prendeu na forma "Loop" (elo ou quadro) e então, surgiu a idéia de experimentar um *elo aberto* que acabei por chamar de "Loop-Marconi".

Todo sistema Marconi é constituído de três elementos imprescindíveis: a antena, o acoplador (sintonizador) de antena e uma boa terra. As descrições, nas publicações, porém, indicam uma *única* terra que vai para o solo, ou terra propriamente dita. Intuitivamente (bendita intuição!) comecei a estudar terras artificiais em forma de *radiais*, e, além da terra elétrica que serve para descarregar eletricidade estática, resolvi utilizar radiais para a minha antena Loop-Marconi.

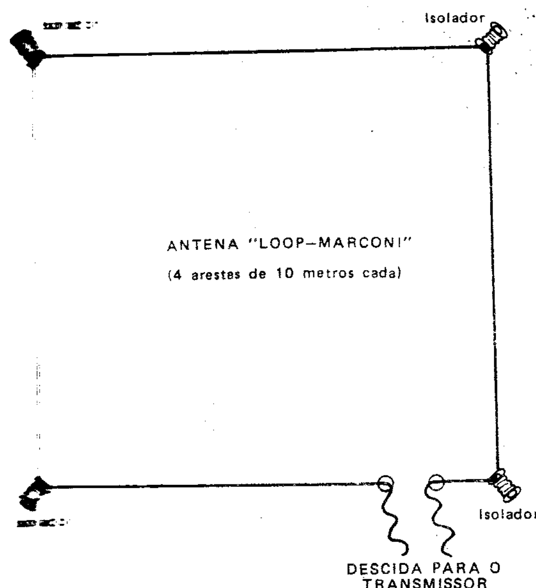


Fig. 1 — Estas são a forma e as dimensões da antena utilizada pelo Autor. Apenas um dos fios de descida é ligado ao acoplador de antena; o outro, ficará sem ligação ou, mesmo, poderá ser suprimido.

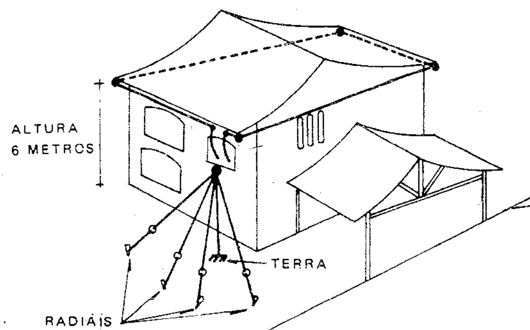


Fig. 2 — Pormenores da instalação da "Loop Marconi" no QTH do Autor. A altura da antena e a disposição dos radiais poderão variar segundo as condições locais.

O meu QTH é um sobrado, cuja aba do telhado fica numa altura de 6 metros do solo e permite instalar uma antena "Loop" de 40 metros (4 arestas de 10 metros).

A cordoalha de antena é do tipo "pesado", e os isoladores são os da área da eletricidade, que possuem um furo central e um parafuso de grosso calibre na extremidade.

Com a principal atuação do meu inesquecível companheiro Raul, PP5IW (que, como velho marinheiro, era um exímio equilibrista, e não sofria dos sintomas de acrofobia (medo de altura) e outras fobias que sempre temos em nós) colocamos os isoladores e puxamos a cordoalha pelos furos dos mesmos, fixando as pontas por meio de isoladores comuns de antena, bem acima da janela do "shack" (N.R. 1).

Os 4 radiais, de 10 metros de comprimento cada (fio 12, sólido, encapado), instalamos em forma de leque, a partir do acoplador (AT 500-Soundy), fixando as suas respectivas extremidades numa altura de aprox. 2,5 metros do solo. A junção dos

radiais, na altura do acoplador, foi soldada ao fio terra principal. Há um axioma que diz: a quantidade de radiais é inversamente proporcional à altura dos mesmos. Isto quer dizer que perto do solo há necessidade de mais radiais do que em altura maior. Isto justifica os quatro radiais da nossa antena Loop-Marconi.

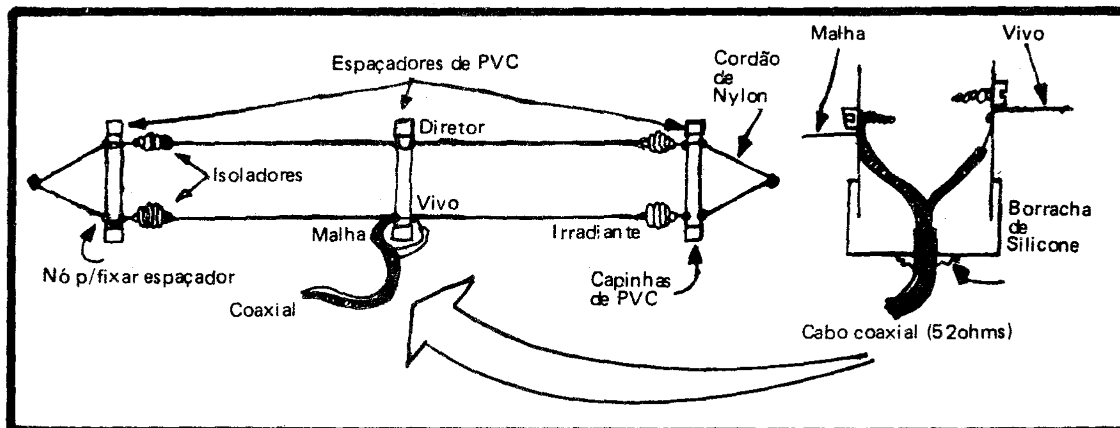
Como a nossa antena é um elo aberto, foram ligadas duas descidas para serem utilizadas alternadamente, na experiência. Passei, entretanto, a usar uma só descida, deixando a outra pendurada livremente dentro do "shack".

Após ter ligado o fio de descida no terminal Marconi do acoplador AT 500, e os radiais+terra no terminal "Terra" do mesmo no do transceptor (Kenwood TS 130-S), fiz o ensaio de r.o.e. Qual foi a minha surpresa agradável quando verifiquei que consegui sintonizar a Loop-Marconi *com r.o.e. de 1:1 em todas as faixas* (10, 15, 20, 40 e 80 metros), e em todas as suas extremidades (N.R. 2).

Não tive oportunidade de medir a intensidade de campo, mas a prática de alguns meses de QSO, especialmente em CW, e também em fonia, tem mostrado que este tipo de antena preenche as necessidades básicas (e também exigências) de qualquer radioamador.

Algumas observações finais: a) A "Loop-Marconi" parece ser onidirecional pois estou chegando bem em todas as direções. b) Ela é boa, tanto para DX como para QSO mais próximos. c) O nível de ruído (QRN) é relativamente baixo, bem semelhante (ou até melhor) ao do dipolo. d) A sua polarização é horizontal, com um ângulo vertical baixo (bom para DX). e) Não dá TVI (a minha antena do televisor fica 3 metros distante da Loop-Marconi, e não dá TVI em nenhum dos canais).

É claro que ainda não tenho tido tempo para reunir uma experiência de maior profundidade, mas para mim esta antena Loop-Marconi ainda não apresentou nenhum fator negativo. E isso é bom!



Aqui daremos dados sobre a **Yagi** de 2 elementos, feita de fio e que tem um ganho aproximado de 5 dB. Ela é composta de um irradiante e um diretor que deve ser dirigido para a área de melhor propagação. A **Yagi** de 2 elementos pode ser instalada em posição horizontal, angular ou vertical, de acordo com a conveniência. A curva de r.o.e. desta antena mantém-se uniforme. Foi traçada a curva para a antena de 4 MHz, com o seguinte resultado: 14 MHz = 1,2; 14,100 = 1,0; 14,200 = 1,1 e 14,300 = 1,55. O cabo coaxial deve ser de 52 ohms. Ainda melhor quando o r.o.e. do cabo coaxial é de 1:1. Os espaçadores poderão ser tubos de PVC, para água. Para a antena de 10 metros o diâmetro dos espaçadores pode ser de 1/2", para 15 metros = 3/4", para 20 metros = 1" e para 40 metros = 1,5". O cabo coaxial pode ser fixado numa extremidade do espaçador central, não havendo necessidade de peça especial. Em posição vertical ou angular, a antena deve ser colocada assim que a malha do cabo fica próxima à terra.

As dimensões da antena **Yagi** de 2 elementos:

MHz	IRRAD.(m)	DIRETOR(m)	ESPAÇAMENTO(m)
7,05	20,25	19,03	4,24
14,05	10,16	9,55	2,13
21,05	6,79	6,38	1,42
28,05	5,08	4,77	1,06

Usar fio 14 a 12 AWG ou 1,5 a 2,5 mm^2

A antena em apreço comprovou-se, com êxito, na última **Operação Anhatomirim**, promovida pelo Clube de CW Águias do Sul, na Ilha de Anhatomirim, Estado de Santa Catarina.

Dipolo "Curto" Para 40 e 20 Metros

Apesar de bem mais curta que o dipolo comum para 40 m, esta antena proporciona bons resultados em 40 e 20 metros. Mediante redimensionamento, poderá ser feita para 40 e 80 metros.

DIPOLO PARA 40 E 20 M

A procura de uma antena simples e eficiente, que possa ser realizável, sempre foi um assunto exaustivamente discutido e experimentado pelos radioamadores.

Vários amadores de meu conhecimento experimentaram muitos modelos, e continuam nesta busca, não se satisfazendo com as antenas já montadas em seu QTH.

E mais angustiante se torna o assunto quando se deseja operar em 80, 40, ou mesmo 160 m, e o espaço disponível é inferior ao necessário para a boa instalação de um dipolo de meia onda.

Muitas instalações usam verticais, com bobinas, ou mesmo "trap"; porém a eficiência é discutível, principalmente pela dificuldade de se conseguir um terra de baixa resistência.

Modelos comerciais de várias fábricas, mesmo as americanas, apresentam baixa r.o.e., porém o operador "sente a antena morta".

A operação em mais de uma faixa é um fator necessário para compensar o trabalho da instalação. Porém, a construção de "traps" fica fora do alcance do amador, e nem sempre um "trap" encontrado nas boas casas de eletrônica irá satisfazer o amador exigente.

O QUE FAZER?

A solução para a construção de uma antena com boa eficiência, em espaço reduzido, é, evidentemente, conceber um irradiador balanceado, e principalmente independente do terra para sua operação. Assim sendo, experimentei a antena G4ZU com sucesso. Dipolos dobrados de um quarto de onda, alimentados com linha aberta de 700Ω, 1/4 λ e balum 1 :4, ou mesmo com acoplador com resultados satisfatórios. E, sem falar no V invertido, com ótima relação de ondas estacionárias, porém com recepção "frouxa". Também experimentei vários outros modelos, mas com construção elaborada e difícil.

Como todos os modelos foram comparados com dipolo de meia onda, através de uma chave coaxial, para possibilitar a comutação instantânea, tanto na recepção como na transmissão, pode-se formar um conceito geral:

"A redução do comprimento do irradiador até 1/10 do comprimento de onda não afeta a eficiência."

"O sacrifício, porém, pago para encurtar o irradiador foi a diminuição da largura de faixa da antena. A faixa que era operável pela antena encurtada fica cada vez menor ao diminuirmos seu comprimento físico, em comparação com o comprimento de onda."

Segue a descrição dos dados e medidas de uma antena simples, econômica, que pode ser construída por todos os amadores. A comparação durante a recepção ou transmissão com dipolos de meia onda para 40 metros foi feita durante seis meses, e pode-se afirmar com segurança que

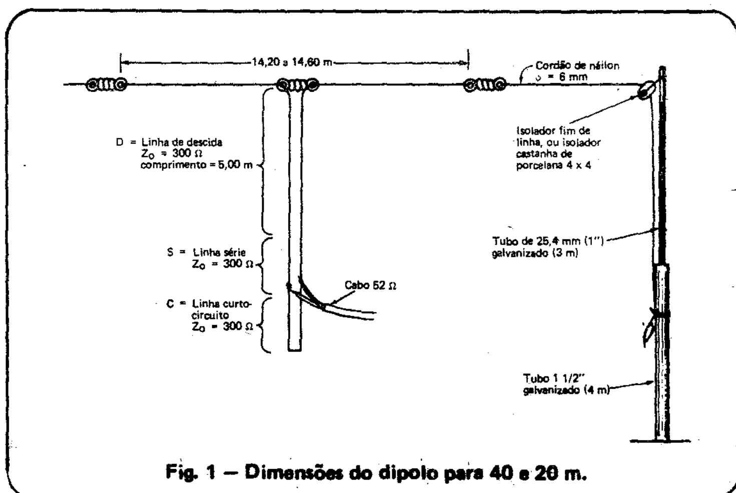


Fig. 1 — Dimensões do dipolo para 40 e 20 m.

não foi constatada diferença entre as duas antenas.

Basicamente a antena é constituída de um dipolo de 14,20 m a 14,60 m na horizontal, alimentado com uma linha de 300 Ω, cujo comprimento é um quarto de onda em 20 m; dois pedaços de linha de 300 Ω, um em série e outro em paralelo, terminado este em curto-circuito **(N.R.1)**, fazem o casamento para cabo coaxial de 52 Ω (Fig. 1).

CONSTRUÇÃO

Por ser o fio de alumínio muito mais leve que o de cobre, bem como seu preço também bem mais econômico, a antena, linha de descida e linhas de casamento foram confeccionadas com um único lance de 28,00 m de fio com 4,11 mm de diâmetro (6 AWG), sem corte. O fio é dobrado pela metade, montado 13,2 m de linha de transmissão pela colocação dos separadores, montado o isolador central e então colocados os isoladores da ponta do dipolo.

Os separadores foram feitos com "tiras" de PVC medindo 50 X 25 mm, com espessura de 3,5 mm. Usou-se um tubo Tigre de PVC de 50 mm de diâmetro e cortado em pedaços de 50 mm para confecção destes isoladores. Em seguida, o pedaço de tubo, medindo 50 mm, foi cortado em seis partes iguais. A distância entre os centros dos furos foi de 26 mm, e usou-se a broca de 4,76 mm (3/16") para furação (Fig. 2). Os separadores foram fixados a cada 50 cm com Araldite, ao longo da linha de transmissão **(N.R.2)**.

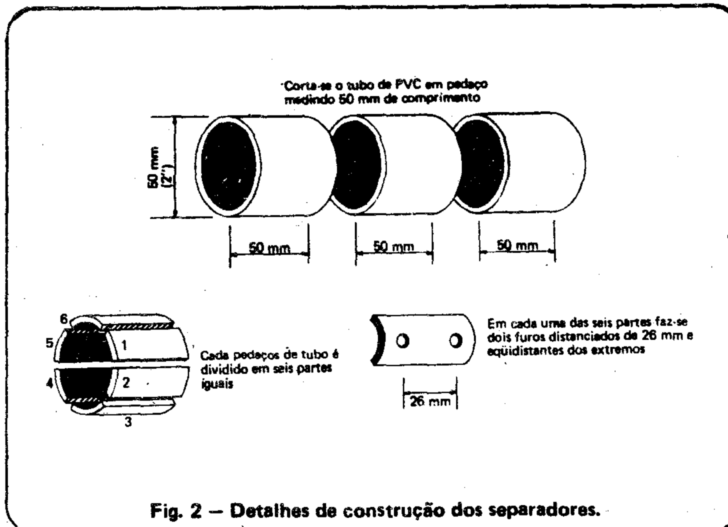


Fig. 2 — Detalhes de construção dos separadores.

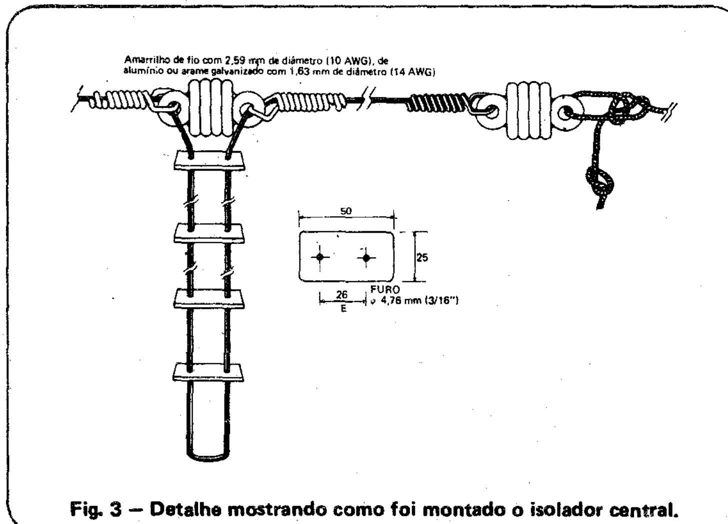


Fig. 3 — Detalhe mostrando como foi montado o isolador central.

Após o Araldite estar completamente endurecido, foi montado o isolador central, através de um amarrilho também de fio de alumínio (Fig. 3).

O fim da linha de transmissão, parte onde fica o pedaço em curto e o em série, foi montado em uma régua de madeira graduada com as indicações das freqüências de ótima r.o.e. Desta forma, o cabo coaxial pode ser mudado acima e abaixo para ótimo rendimento na freqüência de operação.

Esta régua foi fixada em local de fácil acesso, fora do "shack".

CONEXÃO COBRE-ALUMÍNIO

Toda vez que unimos um condutor de cobre com outro condutor de alumínio, nesta junção aparecerá, cedo ou tarde, uma oxidação que resultará em um mau contato. Apesar de existirem conectores apropriados para este tipo de conexão, o efeito de oxidação pode ser evitado pela simples estanhagem dos condutores de cobre e uso de dispositivo que mantenha a pressão de contato bastante alta na junção

---

(N.R.1) — Se, em antena deste tipo, a soma de meio trecho horizontal com toda a linha de 300 Ω for de 1/2 onda, o trecho em paralelo deverá ficar aberto, e não em curto-circuito.

N.R.2 — Também é viável utilizar-se linha aberta (300Ω) de alumínio, do tipo pré-fabricado, como a "Idealinha"

cobre-estanho-alumínio. Poder-se-á usar clips, terminais de compressão, parafusos de aperto, etc., sempre de material galvanizado. Não se recomenda latão ou bronze, por ser material não compatível com alumínio. No nosso caso, utilizamos dois clips galvanizados para a conexão dos pontos do cabo coaxial (estanhados) com a linha de alumínio. Estes conectores são encontrados em lojas de ferragens e são utilizados para prender cabo de aço.

A antena foi montada a 7 m do solo, e suas pontas afastadas a 4 m de qualquer objeto que possa interferir com seu funcionamento.

Inicialmente, um galho de um eucalipto passava perto da ponta da antena. Conseguiu-se boa r.o.e., mas a recepção deixava a desejar. Quebrado o galho, ou melhor, o galho fói cortado e tudo ficou OK. A seguir fornecemos as diversas variações com os respectivos resultados:

L = comprimento da antena = 14,60
D = comprimento da descida = 5,00 m
C = comprimento da linha curto = 0,70 m
S = comprimento da linha série = 0,65 m

Em 7.000 kHz, r.o.e. = 1,10:1; 7.100 kHz = 1,05:1*; 7.200 kHz = 1,65:1; 7.300 kHz = 2,5:1; 14.000 kHz = 1,35:1; 14.200 kHz = 1,15:1; 14.400 kHz = 1,00:1*.

L = 14,60 m; D = 5,00 m; C = 0,70 m; S = 0,15 m

Em 7000 kHz, r.o.e. = 2,7:1; 7.100 kHz = 1,9:1; 7.200 kHz = 1,3:1; 7.300 kHz = 1,00:1*.

L = 14,20 m; D = 5,00 m; C = 0,65 m; S = 0,70 m.

Em 7.000 kHz, r.o.e. = 2,00; 7.100 kHz = 1,3; 7.200 kHz = 1,1*; 7.300 kHz = 1,35; 14.000 kHz = 1,5; 14.200 kHz = 1,4; 14.400 kHz = 1,15*; 14.600 kHz = 1,05.

L = 14,20 m; D = 5,00 m; C = 0,55 m; S = 1,05 m.

Em 7.000 kHz, r.o.e. = 1,15; 7.100 kHz = 1,10*; 7.200 kHz = 1,7; 7.300 kHz = 3,0; 14.000 kHz = 1,10; 14.200 kHz = 1,05*; 14.400 kHz = 1,15.

———— O ————

Nota: O asterisco * indica a freqüência, dentro da faixa, em que se obteve o mínimo valor de r.o.e.

CONCLUSÃO

É possível, sem uso de "trap", bobinas acopladoras, fazer um dipolo reduzido que trabalhe em 40 e 20 m, com eficiência igual ao dipolo de meia onda, em 40 m, pelo menos.

Se a parte inicial da linha de transmissão, onde fica o casador de impedâncias, for instalada em lugar acessível, pode-se manter uma r.o.e. de 1:1 em **toda a faixa**, pela simples mudança, ao longo da linha, do ponto de conexão do cabo coaxial.

PY2BDG, Armando, de Campinas, instalou provisoriamente esta antena, porém com as medidas abaixo, para 80 m e 40 m:

L = 29,00 m (aproximado); D = 10 m; S = 1 m (para 40 m); C = 2,1 m (para 40 m); S = 0,10 m (para 80 m); C = 3,00 m (para 80 m).

Como vimos, o ponto ótimo de alimentação para 40 m não coincide com o de 80 m. Porém, os resultados são excelentes, como verificados em exaustivos testes de comparação com dipolos que possui no seu QTH.

No momento está preparando 2 mastros de 10 m, para então ficar livre do telhado e sua calha metálica. As medidas ideais serão então obedecidas nesta antena:

L = 28,40 m; D = 10 m; C = 11,20 m; S = 2,20 m.

Esperemos, portanto, nosso colega terminar sua instalação para uma reportagem com mais detalhes.



Sabemos que para haver uma transmissão correta, sem perdas acentuadas, o sistema de transmissão deve estar em perfeito equilíbrio. Dessa forma, para levar a potência máxima do rádio para a antena, a impedância de saída do transceptor e da antena devem ser idênticas à do cabo, e esse valor lhe é proporcionado pelo diâmetro do condutor central, o diâmetro da malha, o espaçamento entre os condutores e as características de isolamento do dielétrico (Fig. 1).

Normalmente a impedância da saída dos transceptores é de 50 ohms, enquanto a impedância dos coaxiais pode ser de 50 ou 52 ohms. Essa pequena diferença, todavia, não traz maiores problemas e pode funcionar como uma tolerância para atender às variações normalmente existentes no ponto de alimentação das antenas.

É sempre bom lembrar que nenhum cabo, como qualquer tipo de condutor, é perfeito, uma vez que, por menor que seja, há sempre uma perda da qual, conforme vimos, decorre a conhecida "atenuação". Essa atenuação aumenta com a freqüência e também varia proporcionalmente com a temperatura, conforme a Fig. 2. Essas perdas, naturais nos cabos, são sempre provenientes da resistência longitudinal e do dielétrico, e para diminuí-la, os cabos usados na FC e em Radioamadorismo usam um isolamento de polietileno, enquanto algumas estações comerciais ainda se utilizam de cabos especiais com ar ou gás sob pressão funcionando como dielétrico.

Os tipos mais usados na FC são o RG 58C/U e o RG 213U. Suas principais características, para trabalho em 27 MHz, são as da tabela abaixo.

Os cabos, em geral, são divididos em dois tipos: balanceados e desbalanceados. Os cabos paralelos de TV são uma linha de transmissão balanceada, ou seja, a corrente flui através dos dois condutores, e nenhum deles é aterrado. Já o coaxial é uma linha de transmissão desbalanceada, pois a corrente corre pelos condutores (central e malha),

ALGUMAS DICAS SOBRE OS COAXIAIS

Conforme foi dito em outros artigos desta série, o sistema de transmissão de uma estação da FC é constituído do transceptor, do cabo e da antena. É difícil afirmar qual o mais importante, já que, faltando um deles, você não opera nem por milagre. Assim, como já nos ocupamos com alguns traços característicos das antenas, vamos hoje dizer alguma coisa sobre os cabos coaxiais...

Tipo	Impedância	Vel. Propag. Relativa	Capacitância (pF/m)	Atenuação (dB/100m) a 20°
RG 58C/U	50	67%	101	8
RG 213U	50	67%	101	3,3

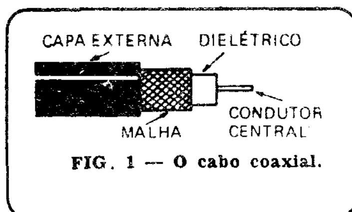


FIG. 1 — O cabo coaxial.

sendo que um deles (a malha) é o terra do conjunto (Fig. 3).

Embora haja coaxiais com 50 e 52 ohms de impedância, não há maiores vantagens em usar-se um ou outro tipo, já que as diferenças entre eles são simplesmente irrelevantes, exceto nos casos em que o equipamento assim o exija.

As Instalações Móveis

Normalmente as antenas para as estações móveis são fornecidas com 4 ou 5 metros de cabo RG 58U, conhecido como "cabo fino". A atenuação, nesses casos, é de aproximadamente 0,3 a 0,4 dB, o que provoca uma perda de potência da ordem de 8% até a antena, quando a r.o.e. está cravada em 1,1:1. Com a estacionária em 2,5:1 a perda aumenta mais 4%, num total de 8,32%. Assim, se seu rádio tem 4 watts de saída em AM, a antena, nessas condições, estará recebendo apenas 3,4 watts.

Usando-se o cabo RG 213U (cabo grosso), essa perda pode ser reduzida em 4,16%, dando à antena uma saída de 3,8 watts. A diferença, todavia, é tão pequena que não chega a ser, sequer, apontada no essímetro. Como se não bastasse, o cabo RG 213U, por ser bem mais grosso e pouco maleável, não dá muita condição de trabalho para as instalações em carros, não compensando o seu emprego...

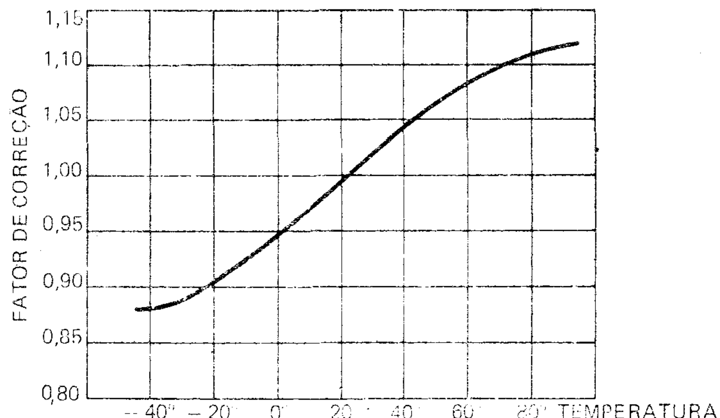


FIG. 2 — Variação da atenuação com a temperatura. Fonte: Catálogo de Cabos da KMP do Brasil.

Tenha sempre em mente que, em qualquer instalação, seja móvel ou fixa, quanto mais curto for o cabo menor será a atenuação e, por conseguinte, maior será a energia irradiada, desde que o sistema esteja perfeitamente equilibrado.

As Instalações Fixas

Nem sempre se consegue uma instalação com cabo curto, o que seria o ideal, e o operador, comumente, não atenta para o detalhe de que a distância determina o tipo de cabo a ser usado. Assim, quando se tem comprimentos superiores a 15 metros, já se pode empregar o tipo RG 213U. Usando-se o cabo RG 58C/U nessa mesma hipótese a perda pode ser

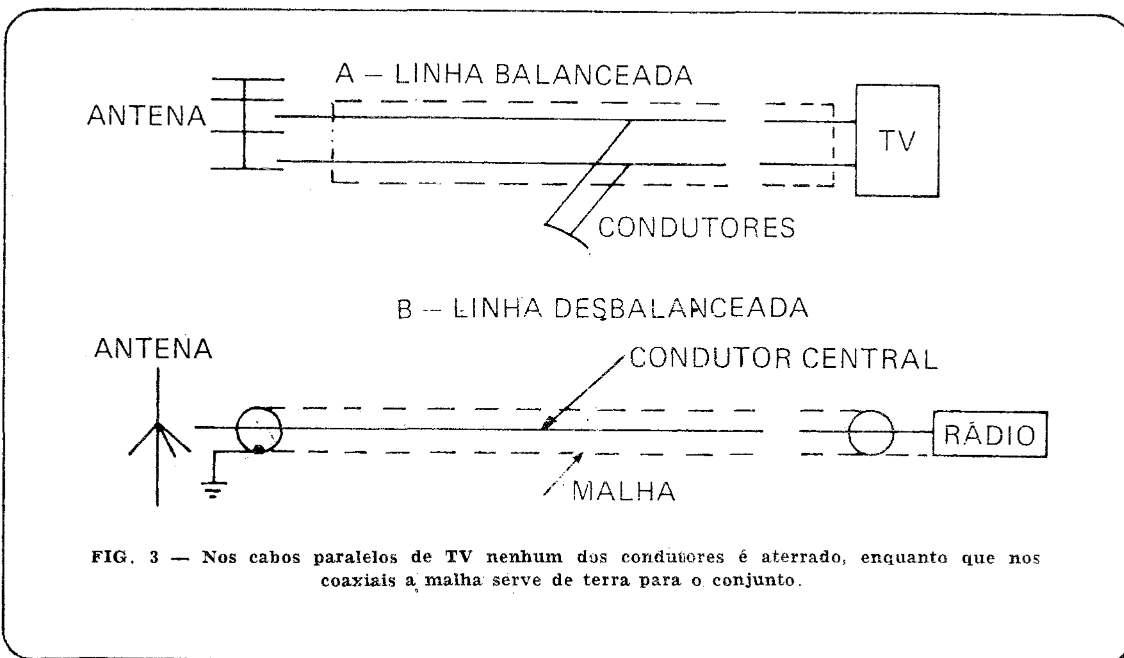


FIG. 3 — Nos cabos paralelos de TV nenhum dos condutores é aterrado, enquanto que nos coaxiais a malha serve de terra para o conjunto.

de 1 dB, o que equivale a 20% da potência, com a estacionária em 1,1:1. Se a r.o.e. é de 2,0:1, a perda poderá atingir 4% a mais. Em termos práticos, se seu rádio tem 4 watts de saída em AM, a antena estará recebendo menos de 3 watts. Quando são necessários mais de 20 metros de coaxial, o tipo RG 213U é sempre o mais indicado...

Um macete usado pelos operadores mais experientes é compensar-se a atenuação do cabo com uma antena de alto ganho. Se você, por exemplo, usa uma antena com 4 dB de ganho sobre o dipolo, ela aumentará a potência de saída irradiada 2,5 vezes. Dessa maneira, com o mesmo rádio de 4 watts de saída em AM, mesmo que a atenuação chegue a 2 dB, a compensação dada pela antena fará com que sua transmissão saia com quase 7 watts de potência efetivamente irradiada. Com isso, consegue-se um acréscimo de potência sem o uso de amplificadores...

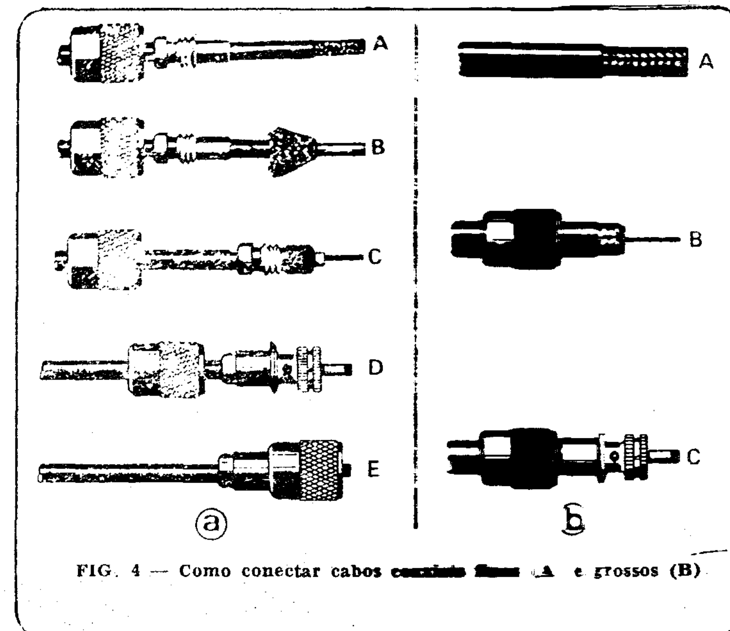


FIG. 4 — Como conectar cabos coaxiais finos (A) e grossos (B)

Como Conectar o Seu Coaxial

Muita gente boa peca na hora de fazer a ligação do cabo ao conector, fazendo verdadeiras barbaridades. Saiba que se o cabo estiver mal conectado, você não vai acertar a estacionária de jeito nenhum. Os procedimentos corretos, tanto para os cabos finos quanto para os cabos grossos, estão na Fig. 4. Trabalhe com calma, fazendo as ligações com cuidado. Use um ferro de soldar de tamanho médio, com atenção, para não derreter o isolante do conector. Estude os desenhos e dê "uma geral" nas suas ligações. Apostamos que muita coisa vai ser refeita...

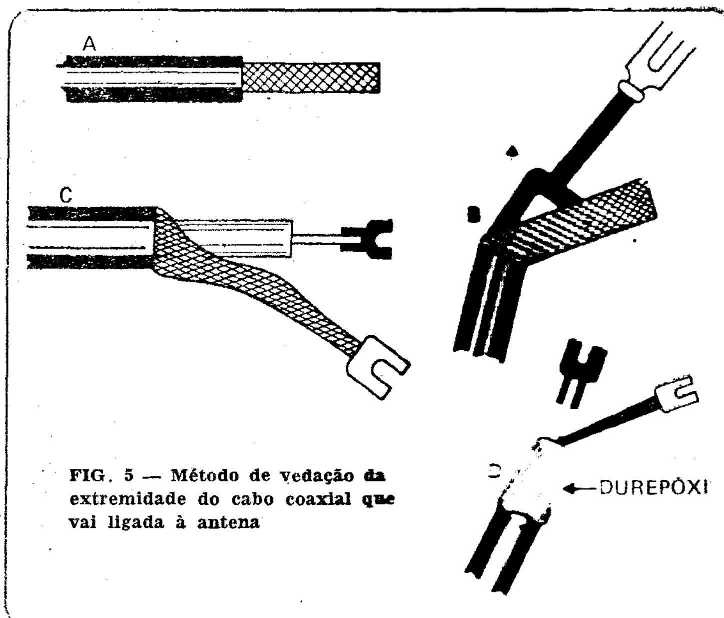


FIG. 5 — Método de vedação da extremidade do cabo coaxial que vai ligada à antena

A Manutenção do Coaxial

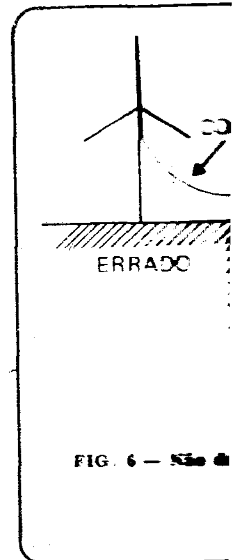
Praticamente os cabos usados em transmissão não exigem manutenção. Todavia, há uns poucos cuidados que devem ser tomados para que a vida útil daquele acessório seja maior, com melhores serviços. Anote, então:

a) Não dobre o cabo em curvas muito apertadas, que não devem ter raio menor do que 2,5 cm para os cabos RG 58C/U (fino) e 5 cm para o tipo RG 213U (grosso). Curvas muito apertadas podem trincar a malha ou o dielétrico, comprometendo, talvez irremediavelmente, o cabo.

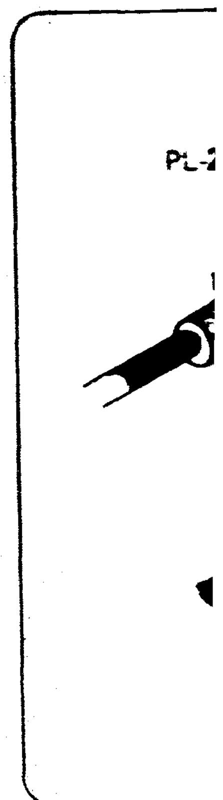
b) Tenha cuidado com a extremidade do cabo que ficar ligada à antena. Embora a estanqueidade dos cabos de radiotransmissão seja boa, há ocasiões (e não são tão raras assim...) em que a água da chuva se infiltra entre a malha e a capa externa, danificando o isolamento e afetando a condutividade do coaxial.

Uma boa medida é vedar a extremidade com Durepóxi, caso seja usada a ligação direta, em que o "vivo" e a malha são ligados à antena, sem o uso de conector (Fig. 5). Use massa plástica de vedação 3M caso adote a ligação por conector, como nas antenas Ringo (Rita Pavone).

c) Se vai instalar sua antena no terraço de um edifício de apartamentos e o cabo vai descer livre até sua janela, não o deixe solto passando por cima de amuradas. Prenda-o com grampos, uma vez que a oscilação provocada pelos ventos pode danificá-lo, pela sua fricção na borda do peitoril, comprometendo a capa externa. Além disso, o cabo pendurado pura e simplesmente, sustentado apenas na antena, sub-



mete a ligação a
necessário, face ao
to. Como se isso
no calor, esse
pode fazê-lo estica



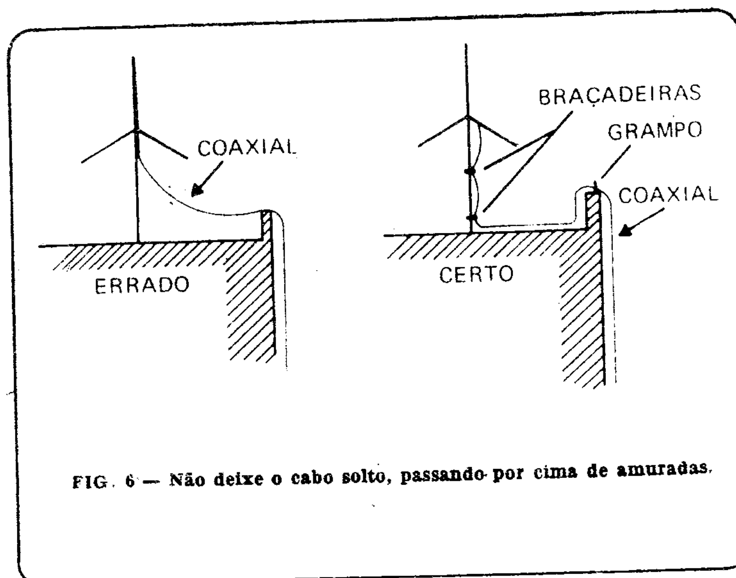


FIG. 6 — Não deixe o cabo solto, passando por cima de amuradas.

mete a ligação a um esforço desnecessário, face ao seu peso morto. Como se isso não bastasse, no calor, esse mesmo peso morto pode fazê-lo esticar-se, deformando suas medidas internas e alterando, assim, sua impedância. Prenda-o ao mastro da antena com fita isolante ou braçadeiras plásticas usadas em chicotes elétricos. Use grampos de fixação de cabos telefônicos para apoiá-lo na beira do terraço, diminuindo dessa forma o esforço (Fig. 6).

d) Há operadores que se arrepiam à simples idéia de alguém dizer que um coaxial possa ser emendado. Pode sim, e sem que seu desempenho caia de maneira perceptível. Se por qualquer motivo você tiver que emendar um cabo, instale dois conectores PL-259 nas pontas a serem reunidas. Una-as, depois, com um adaptador PL-258 e envolva o conjunto com fita isolante de boa qualidade. Se a emenda vai ficar exposta ao tempo, cubra-a com massa de vedação 3M (Fig. 7).

Embora possa parecer óbvio não se esqueça de que nas emendas só deve ser usado cabo da mesma bitola. Tipos diferentes de coaxiais, por possuírem impedâncias diferentes, só são usados em casos especialíssimos, como no emprego de antenas duplas ou outros que requerem adaptação entre impedâncias diferentes. □

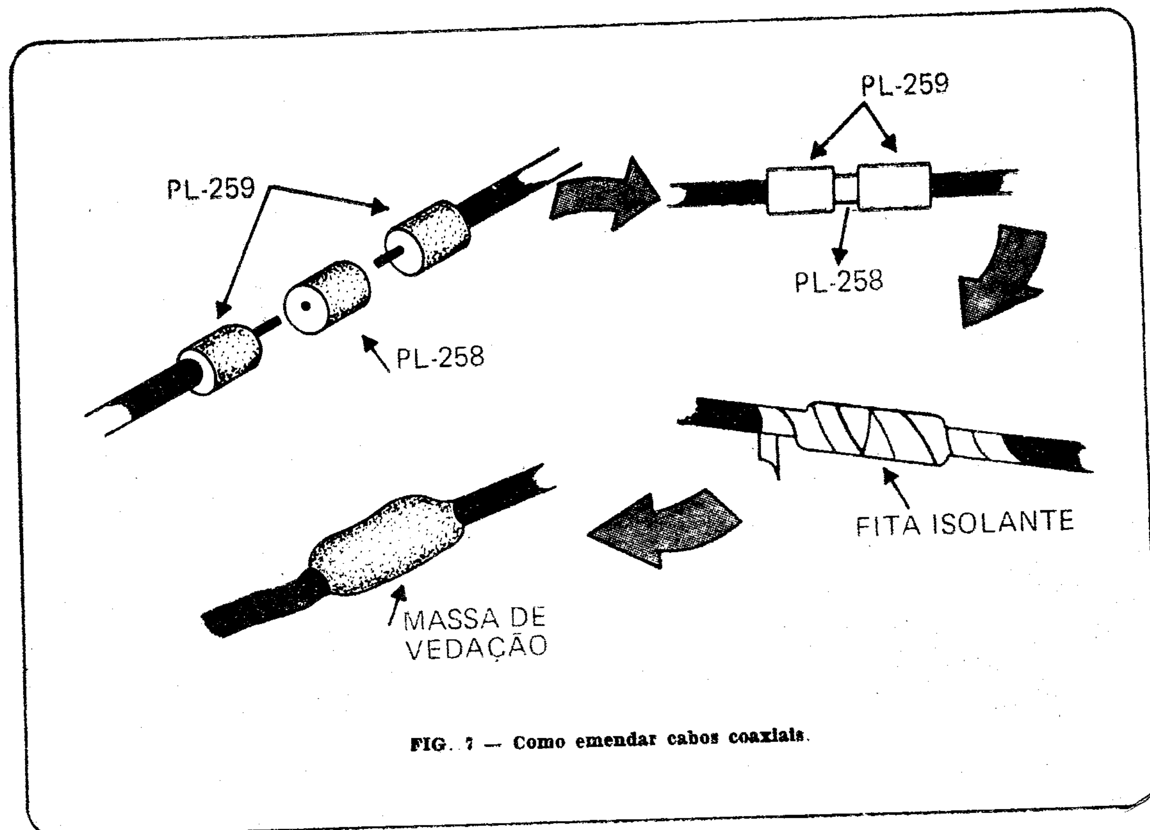


FIG. 7 — Como emendar cabos coaxiais.